



**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE**

---

**Fakulta strojní**  
**Ústav technologie obrábění, projektování a metrologie.**

# **Management rizika z hlediska systému managementu kvality (QMS)**

**The risk management terms of a Quality Management System (QMS)**

Diplomová práce

Studijní program: Strojní inženýrství  
Studijní obor: Výrobní a materiálové inženýrství

Vedoucí práce: Ing. BcA. Podaný Jan, Ph.D.

**Bc. Vojtěch Bušek**

---

**Praha 2016**



## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem: „Management rizik z hlediska systému kvality (QMS)“ vypracoval samostatně pod vedením Ing. BcA. Podaný Jan, Ph.D., s použitím literatury, uvedené na konci mé diplomové práce v seznamu použité literatury.

V Praze 24. 6. 2016

Bc. Vojtěch Bušek



Vysoká škola: ČVUT v Praze

Fakulta:

strojni

Ústav technologie obrábění, projektování a metrologie

Akademický rok:

2015/2016

## **ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE**

pro **Bc. Vojtěcha Buška**

obor **Výrobní a materiálové inženýrství**

Název: **Management rizika z hlediska systému managementu kvality (QMS)**

Název anglicky: **The risk management terms of a Quality Management System (QMS)**

### **Zásady pro vypracování:**

1. Inovační trendy v oblasti rizika a QMS.
2. Aplikace koncepce analýzy rizika v oblasti strojního inženýrství.
3. Systémové a procesní ukazatele kvality a jejich vliv na vymezení přijatelné úrovně rizika.
4. Vyhodnocení úrovně rizika z hlediska působení inovace produktu.



Vedoucí diplomové práce: Ing. BcA. Jan Podaný, Ph.D.

Datum zadání diplomové práce: 25. 4. 2016

Termín odevzdání diplomové práce: 1. 7. 2016

Neodevzdá-li student bakalářskou nebo diplomovou práci v určeném termínu, tuto skutečnost předem písemně zdůvodnil a omluva byla děkanem uznána, stanoví děkan studentovi náhradní termín odevzdání bakalářské nebo diplomové práce. Pokud se však student řádně neomluvil nebo omluva nebyla děkanem uznána, může si student zapsat bakalářskou nebo diplomovou práci podruhé.

*Diplomant bere na vědomí, že je povinen vypracovat diplomovou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je třeba uvést v diplomové práci.*

Zadání diplomové práce převzal dne: 21. 4. 2016

.....  
Diplomant

.....  
Vedoucí ústavu



.....  
Děkan

V Praze

dne 25. 4. 2016



## **Poděkování**

Rád bych poděkoval svému vedoucímu práce, Ing. BcA. Podaný Jan, Ph.D.,  
za věnovaný čas, cenné připomínky a rady při zpracování diplomové práce.



## **Anotační list**

Jméno autora: Bc. Vojtěch Bušek

Název DP: Management rizik z hlediska systému managementu kvality (QMS)

Anglický název: The risk management terms of a Quality Management System (QMS)

Akademický rok: 2015/2016

Obor studia: Výrobní a materiálové inženýrství

Ústav: Technologie obrábění, projektování a metrologie

Vedoucí DP: Ing. BcA. Podaný Jan, Ph.D.

Bibliografické údaje: počet stran: 81  
počet obrázků: 1  
počet tabulek: 3

Klíčová slova: management rizika, systém managementu kvality (QMS), analýza rizika, ukazatele kvality, inovační management

Keywords: risk management, quality management systém (QMS), risk analysis, key performance indicators, innovation management



#### Anotace:

V této diplomové práci vypracované v rámci oboru Výrobní a materiálové inženýrství jsou vysvětleny základní pojmy managementu rizik a rizik inovačního procesu. Jedna ze stěžejních částí této práce se zabývá jednotlivými metodami použitých při analýze rizika a jejich dělením. V poslední části této práce je souhrn základních procesních a systémových ukazatelů kvality.

#### Abstract:

In this work developer within the field of production and material engineering are explain basic concepts of the risk management and risk of inovation process. In the one of main segment is specified division of risk analysis and using of risk analysis in a real production. In the last of segment this thesis is explain process and system key performance indicators (KPI).



## Obsah

|                                                                                                   |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Úvod.....                                                                                         | 11 |
| 1 Inovační trendy v oblasti rizika a QMS .....                                                    | 12 |
| 1.1 Termíny a definice .....                                                                      | 12 |
| 1.1.2 Kvalita .....                                                                               | 13 |
| 1.1.3 Požadavky .....                                                                             | 14 |
| 1.1.4 Úroveň kvality, cíle kvality a kvalita v životním cyklu .....                               | 17 |
| 1.2 Systém managementu kvality .....                                                              | 18 |
| 1.2.1 Systém .....                                                                                | 18 |
| 1.2.2 Management .....                                                                            | 19 |
| 1.2.3 Certifikace .....                                                                           | 22 |
| 1.3 Riziko.....                                                                                   | 24 |
| 1.4 Udržitelné trendy v technických a technologických inovacích .....                             | 26 |
| 2 Aplikace koncepce analýzy rizika v oblasti strojního zařízení .....                             | 30 |
| 2.1 Analýza rizika.....                                                                           | 30 |
| 2.2 Techniky analýzy rizik.....                                                                   | 30 |
| 2.2.1 SROVNÁVACÍ POSTUPY A METODY .....                                                           | 30 |
| 2.2.2 ANALYTICKÉ POSTUPY A METODY ZALOŽENÉ NA<br>DETERMINISTICKÉM PŘÍSTUPU .....                  | 32 |
| 2.2.3 ANALYTICKÉ METODY A POSTUPY ZALOŽENÉ NA<br>PRAVDĚPODOBNOSTNÍM PŘÍSTUPU.....                 | 48 |
| 2.3 Použití jednotlivých metod.....                                                               | 50 |
| 3 Systémové a procesní ukazatele kvality a jejich vliv na vymezení přijatelné úrovně rizika<br>52 |    |
| 3.1 Definice ukazatele .....                                                                      | 52 |
| 3.2 Získání hodnoty ukazatele .....                                                               | 52 |
| 3.2.1 Klíčové ukazatele pro měření výkonnosti .....                                               | 53 |
| 3.2.2 Klíčový ukazatele výsledků KRI.....                                                         | 54 |
| 3.2.3 KPI - Klíčové ukazatele výkonnosti.....                                                     | 55 |
| 3.3 Implementace systémových ukazatelů do organizace .....                                        | 55 |
| 3.3.1 Koncepce ISO .....                                                                          | 55 |
| 3.3.2 Balanced Scorecard .....                                                                    | 56 |





|                               |                                                                      |    |
|-------------------------------|----------------------------------------------------------------------|----|
| 3.3.3                         | Model 7S organizace McKinsey .....                                   | 56 |
| 3.3.4                         | Six Sigma .....                                                      | 56 |
| 3.3.5                         | Koncepce TQM (Total Quality Management) .....                        | 59 |
| 3.3.6                         | Procesní řízení .....                                                | 60 |
| 4                             | Vyhodnocení úrovně rizika z hlediska působení inovace produktu ..... | 69 |
| 4.1                           | Inovační management.....                                             | 69 |
| 4.1.1                         | Procesní inovace.....                                                | 69 |
| 4.1.2                         | Produktová inovace .....                                             | 69 |
| 4.1.3                         | Strategická inovace .....                                            | 70 |
| 4.2                           | Analýza inovačních aktiv .....                                       | 70 |
| 4.2.1                         | Kvalitativní hodnocení rizik.....                                    | 71 |
| 4.2.2                         | Kvantitativní hodnocení rizika .....                                 | 71 |
| 4.2.3                         | Reakce na rizika .....                                               | 72 |
| 4.3                           | Analýza pro identifikaci rizik inovačního projektu .....             | 72 |
| 4.3.1                         | Analýza makroprostředí organizace .....                              | 72 |
| 4.3.2                         | Analýza mikroprostředí organizace.....                               | 73 |
| Závěr: .....                  |                                                                      | 75 |
| Seznam použitých zdrojů ..... |                                                                      | 77 |
| Seznam obrázků, tabulek.....  |                                                                      | 81 |



## SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

| Zkratka | Jednotka | Popis                                                                                           |
|---------|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| CA      |          | Checklist Analysis (Analýza pomocí kontrolního seznamu)                                         |
| CCA     |          | Causes and Consequences Analysis (analýza příčin a následků)                                    |
| CPQRA   |          | Chemical Process Quantitative Risk Analysis (kvantitativní posouzení rizika chemického procesu) |
| ČSN     |          | Česká státní norma                                                                              |
| EFQM    |          | European Foundation for Quality Management                                                      |
| EN      |          | Evropská norma                                                                                  |
| ETA     |          | Event tree analysis (analýza stromu událostí)                                                   |
| FMEA    |          | Failure Mode and Effect Analysis (analýza možných vad a jejich následků)                        |
| FTA     |          | Fault Tree Analysis (analýza stromu poruchových stavů)                                          |
| HAZOP   |          | Hazard Operation Process (riziková a operační analýza)                                          |
| HRA     |          | Human Reliability Analysis (analýza lidské spolehlivosti)                                       |
| ICT     |          | Information and Communication Technologies                                                      |
| ISO     |          | Mezinárodní organizace pro normalizaci                                                          |
| IEC     |          | International Electrotechnical Commission                                                       |
| KPI     |          | Key performance indicator (klíčové ukazatele výkonnosti)                                        |
| KRI     |          | Key result indicator                                                                            |
| PSA     |          | Probabilistic Safety                                                                            |
| QMS     |          | Quality Management Systém                                                                       |
| QRA     |          | Process Quantitative Risk Analysis                                                              |
| PI      |          | Performance indicator                                                                           |
| RR      |          | Relative Ranking (relativní klasifikace)                                                        |
| SA      |          | Safety Audit (bezpečnostní audit)                                                               |
| SR      |          | Safety Review (bezpečnostní prohlídka)                                                          |
| TQM     |          | Total quality management                                                                        |
| W-I-A   |          | What – If Analysis (Co když...analýza)                                                          |



## Úvod

Management rizik, zvládání rizik, analýza rizik, ovlivňování rizik či minimalizace rizik a další podobné pojmy jsou v současné době stále více používány a skloňovány v nejrůznějších podobách a souvislostech. Každá organizace čelí v rámci své činnosti rizikům, která mohou vést ke snížení úrovně charakteristik produktů organizace, případně až k jejímu ochromení nebo úplné likvidaci. Proto se každý manažer snaží negativnímu působení těchto rizik předcházet a v případě, že již došlo k jejich působení, tak alespoň snížit jejich dopad na přijatelnou úroveň.

Management rizika a zejména jeho analýzu je strukturovaný proces, který obsahuje řadu prvků od počáteční identifikace a zmíněné analýzy po vyhodnocení přijatelnosti a identifikaci variant snížení jeho potenciální stránky volbou vhodných opatření vedoucích k jeho snížení.

Předmět analýzy rizika je možné shrnout do následujících tří otázek:

- Kde nastává riziková situace? => Identifikace nebezpečí
- S jakou pravděpodobností k tomu dochází? => Analýza četnosti
- Jaké budou následky? => Analýza následků

Rizika provázejí každou lidskou činnost: mohou se týkat zdraví a bezpečnosti (vliv toxických chemikálií), ekonomie (destrukce výrobního zařízení), environmentu (ovlivnění životního prostředí), ergometrických možností organismu.

Uplatnění QMS sleduje zejména oblast managementu rizika tedy snížení ztrát na životě, onemocnění nebo zranění, škody na majetku a následné ztráty a dopady na životní prostředí, zabránit jim nebo je regulovat. Můžeme říci, že management rizik je neustále středem pozornosti všech významných manažerů, neboť s jeho využitím je možné předcházet ztrátám a škodám velkého rozsahu, které mohou mít pro organizaci až fatální následky.



## 1 Inovační trendy v oblasti rizika a QMS

Na začátku této práce je velmi důležité si vysvětlit základní terminologii aktivit souvisejících s kvalitou, QMS a rizikem samotným. Nebude opomenuto vysvětlení obsahu všech důležitých pojmů a případně rozebrání některých pojmů jako kvalita, systém do detailnější podoby. Závěr této kapitoly bude věnován stávajícím trendům, které představují inovační přístup v oblasti QMS a managementu rizika.

### 1.1 Termíny a definice

Pojem kvalita s ohledem na terminologické jádro tvoří následující čtyři segmenty:

- systém,
- proces,
- produkt,
- riziko.

Pro vytvoření terminologického jádra pojmu kvalita, jsou velmi důležité nejen termíny a definice uvedené v mezinárodních normách řady ISO 9000, ISO 10000 ISO/IEC 17000, ISO 31000, ale i řady dalších oborově procesně zaměřených technických norem.

V následujících podkapitolách bude definován význam základních segmentů pojmu kvality.

#### 1.1.1.1 Systém

soubor vzájemně souvisejících nebo vzájemně působících prvků.

#### 1.1.1.2 Proces

soubor vzájemně souvisejících nebo vzájemně působících činností, které využívají vstupy pro zajištění zamýšleného výsledku.

Činnost, při které dochází k přeměně vstupů na výstupy lze považovat za proces, ale pouze za předpokladu, že použijeme potřebné zdroje a stanovené metody.

#### 1.1.1.3 Produkt

výsledek procesu, či výstup organizace, který může být zhotoven bez jakékoli transakce probíhající mezi organizací a zákazníkem. Služba je obdobně výstup organizace alespoň s jednou činností nezbytně prováděnou mezi organizací a zákazníkem. Dominantní prvky služby jsou obvykle nehmotné na rozdíl od produktu.



Předpokladem pro dosažení kvality je nastavení procesů tak, aby umožňovaly nepřetržitou kontrolu nad plněním jednotlivých vlastností a to jak měřitelných tak i hodnotitelných znaků.

#### 1.1.1.4 Riziko

ISO9000:2015 definuje riziko jako účinek nejistoty. Tato definice je ale problematická, neboť nemá předmět na rozdíl od definice rizika dle normy ISO 31000:2009, která naprosto jednoznačně definuje předmět, ke kterému se riziko vztahuje, a tím je cíl.

#### 1.1.2 Kvalita

v ČSN EN ISO 9000:2016 definována jako „*stupeň splnění požadavků souborem inherentních charakteristik*“. Termín kvalitu lze vždy používat s různými přívlastky, jako jsou např. špatná, dobrá nebo vynikající. Slovem inherentní, jenž znamená neoddělitelný, neboli neodmyslitelný si lze vysvětlit vlastnost, která je danému produktu, procesu, systému apod. vlastní.

Kvalita vyjadřuje hodnotu vlastnosti, neboli odpověď na otázku „jaký?“

Stupeň splnění požadavků je možné vyjádřit následujícími způsoby:

- měřitelnými veličinami,
- uspořádáním do tříd,
- srovnávacím žebříčkem,
- objektivním, ale i subjektivním hodnocením

Termín kvalita se zpravidla používá v praxi a to pro vyjádření kladné vlastnosti pro produkty nebo služby. Kvalita je při řízení organizace vždy spojena s takovým systémem a procesem, který vytváří ať již produkt nebo službu, které jsou v souladu s požadavky zákazníka a případně splňují požadavky standardů, směrnic a technických norem.

Definice pro termín kvalita je mnoho:

- Akademický slovník cizích slov definuje kvalitu: „*kvalita výrobků – souhrn jejich užitných a společensky významných vlastností, z pohledu logiky jsou kvality – souhrn typických, zpravidla kladných vlastností*“.
- Joseph M. Juran definuje kvalitu jako: „*způsobilost k užiti*“.
- Philip B. Crosby definuje kvalitu jako: „*soulad s požadavky*“.



- Armand Vallin Feigenbaum definuje kvalitu takto: „Kvalita výrobku je souhrn všech jeho konstrukčních a výrobně technických charakteristik, které určují úroveň, jakou produkt naplní očekávání zákazníka“.

Samotným nositelem kvality je produkt s předpokladem, že jeho charakteristiky splňují na něj kladené cíle, ať již se jedná o výrobek (hmotný produkt), software, a nebo službu (nehmotné produkty). Kvalita může tvořit konkurenční výhodou, pokud se značka nebo samotný výrobce může chlubit získanými oceněními a tím získat důvěru zákazníků.

### 1.1.3 Požadavky

Požadavek lze definovat jako potřebu nebo očekávání, které je stanovené a musí se předpokládat nebo je dokonce závazné. Požadavek se může týkat produktů (hmotných i nehmotných), služeb, procesů anebo činností, zdrojů apod.

Základem existence požadavku je jeho vymezení neboli specifikace.

Pro uspokojivé řešení požadavku, musí být vždy vymezeno (specifikováno)

- srozumitelnost zainteresovaným stranám a to vždy dostatečně, tedy jednoznačné. S neúplností a nejednoznačností rostou úměrně rizika plynoucí z nepochopení a nesprávného řešení požadavku,
- vždy včas a beze změn k dispozici zainteresovaným stranám.

Z vymezení vyplývají v podstatě tři možnosti pro předávání požadavků mezi zainteresovanými stranami:

- 1) formou dokumentu, to znamená, uložení souvisejících informací na příslušné médium
- 2) bez uložení souvisejících informací na médium, tj. například formou ústní při telefonickém hovoru
- 3) nepředáním požadavku – jedná se o tzv. „nevyslovené požadavky“, neboli očekávání, které autor vymezení požadavku, buď opomenul uvést, nebo je pokládá za všeobecně známé a proto je neuvádí.

Jeden z velmi důležitých požadavků je technická specifikace, která se používá především v oblasti techniky, anebo vědy. Jedná se o soubor informací, který je předán mezi zainteresovanými stranami a to nejčastěji v podobě média. Informace musí být předány jasně



a s dostatečnou přesností, jenž vymezuje kvalitu a tím vlastnosti, veličiny, případně chronologii činností u příslušného objektu. Může se jednat ať již o nakupované suroviny, materiály anebo komponenty, případně zboží, ale také o výrobní, kontrolní a jiné procesy a v neposlední řadě o provedení, uspořádání, řešení, zkoušení, organizační podmínky, pojmy, veličiny a jednotky, apod.

Požadavky lze dělit na závazné a nezávazné.

#### Závazné požadavky:

Mohou, respektive vnáší různé subjekty na různé objekty někdy dokonce i samy na sebe. Závaznými požadavky pro nás mohou být i nevyslovené morální požadavky okolní společnosti, které jsme se zavázali plnit. V pracovním procesu jsou pro nás ale nejdůležitější tři druhy závazných požadavků

- ✓ smluvní požadavky
- ✓ interní normativní akty
- ✓ požadavky právních předpisů - zejména EU a ČR

Smluvní požadavky bývají nejčastěji zapracovávány do kupní smlouvy, případně do smlouvy o díle.

- Při jednoduchém zadání jsou veškeré požadavky zapracovány do kupní smlouvy, pokud se jedná o složitější případ, tak se většinou příslušná kupní smlouva odvolává na další specifikace technického, právního a jiného charakteru.
- Smlouva o díle slouží pro dodání produktu či služby, které mají být vyrobeny v budoucnu, v případě, že objednatel předá zhotoviteli podstatnou část materiálu s nimi související.

U interních normativních aktů jsou struktura, obsah a závaznost v jednotlivých organizacích do značné míry individuální a často vychází z tradic dané organizace a jsou do značné míry ovlivněny rozvojem výpočetní techniky.



Právní předpisy jsou dané především dvěma vlastnostmi a to neurčitostí a abstraktností.

- Neurčitost – značí pro kolik počet osob je právní předpis určen a musí je tedy dodržovat všichni. Nikdy nejsou vázány na rasu, pohlaví, národnost, vyznání nebo podobné atributy.
- Abstraktnost – je snaha formulovat jednotlivá ustanovení právních předpisů obecně, aby obsáhla všechny možné přípustné varianty, v praxi je ovšem velmi obtížné toho to dosáhnout a vede k následným častým revizím.

#### Nezávazné požadavky:

Mezi nezávazné požadavky můžeme řadit veškeré požadavky, které nebyly vnuceny danému subjektu a to např. závazným právním předpisem pro konkrétní aktivity na konkrétním území, nebo na které ani dobrovolně nepřistoupil (např. podpisem smlouvy o díle, nebo popisu pracovní funkce).

Mezi tzv. nositele nezávazných požadavků patří celá řada nepřeborných druhů dokumentů. Jako příklady si můžeme uvést:

- technické normy
- jiné technické specifikace
- literární zdroje

Jako příklad technických norem např. české technické normy, dále též ČSN:

- ❖ slouží jako referenční úroveň, k níž se poměřuje úroveň výrobku nebo služby
- ❖ reprezentují současný dosažený stav techniky a poznání
- ❖ stanovují kritéria bezpečnosti (analýzy rizik)
- ❖ podporují vyrovnaný vztah mezi kvalitou a náklady
- ❖ zlevňují výrobu, a tím snižují ceny výrobků
- ❖ usnadňují sériovou, hromadnou výrobu
- ❖ urychlují vývoj produktu a zrychlují práci konstruktéra
- ❖ umožňují vzájemnou vyměnitelnost normalizovaných dílů





- ❖ umožňují na mezinárodní úrovni budovat vzájemné vztahy v oblasti vývoje, výroby a kontroly
- ❖ v obchodních smlouvách mezi dodavatelem a odběratelem se obvykle stávají závaznými

Nezávazné požadavky, které mohou být i nevyslovené mají velký význam, souvisí totiž s:

- tradicemi výrobce
- počínáním konkurence
- s úrovní současného poznání
- osobními požadavky anebo přáními zákazníka, respektive spotřebitele

#### **1.1.4 Úroveň kvality, cíle kvality a kvalita v životním cyklu**

Při postupném dosahování požadované kvality se vždy nacházíme v určité úrovni, která je v dané situaci srovnatelná s okolím. Organizace musí analyzovat a uvědomit si, kde se ve srovnání s konkurencí nachází a zda je tato situace vzhledem k vývoji trhu udržitelná a optimální s ohledem na předpokládané cíle.

##### Cíle:

Cíle v dané organizaci se mohou vždy vztahovat k různým oborům (např. zdraví a bezpečnost, finanční a environmentální cíle) a mohou se používat na různých úrovních (např. strategická úroveň, v celé organizaci, úroveň projektu, produktu a procesu).

Za účelem dosažení požadovaného cíle tj. nalezení optimálního řešení potřeb neboli úrovně kvality často spotřebitel srovnává různé produkty. Zde hovoříme o úrovni kvality jako nízké, standardní, optimální, vysoké, nebo také o jejím kolísání

##### Zabezpečení (prokazování) úrovně kvality a dosažení a udržení její úrovně:

Procesy vždy kolísají a mění se v závislosti na čase, chceme-li dosáhnout a zabezpečit určitou úroveň kvality, musíme nastavit a stabilizovat své procesy, aby nám poskytovaly důvěru, že předem stanovená úroveň kvality bude dosažena, nebo bude lepší, než jsme očekávali, ale nikdy horší (to už je problém pro řízení neshody a opatření).



Kolísání kvality je většinou spojeno s proměnlivými vlivy, které lze obtížně ovlivnit (počasí), ale také s nedostatky v řízení procesů a jejich vstupů.

#### Třída kvality:

Třídou kvality představují kategorizování neboli přiřazení pořadí různým požadavkům na kvalitu produktů, procesů nebo systémů, které mají stejné funkční použití.

Ve snaze zajistit kvalitu nových produktů a zabránit jejich degradaci se různé organizace snaží vypracovat technická pravidla, případná kritéria a směrnice obsahující kritéria pro třídy kvality a jejich prokazování. Praktickým příkladem těchto postupů je např. hodnocení stavebních materiálů, kdy jako měřítko prokázání používáme pevnost materiálu.

#### Kvalita v životním cyklu výrobku a procesu:

Časový úsek od počáteční myšlenky po konečnou likvidaci výrobku se nazývá životním cyklem výrobku (produktu).

Životní cyklus produktu se dělí na určitá časová období - fáze, v nichž jsou souvisící aktivity seskupeny, např. návrh výrobku, konstrukce, výroba. Začátek a konec fáze musí mít vždy přesné vymezení (např. uvedení na trh).

V některých případech lze termín „Životní cyklus produktu“ vztahovat k jedinému konkrétnímu produktu, a to jako interval od specifikace vývojového zadání, případně od nákupu surovin, materiálů, polotovarů vstupujících do produktu, až po dobu jeho likvidace tohoto.

Závislost mezi objemem prodeje produktu, a dobou po kterou je produkt přítomen na trhu představuje životní cyklus procesu. Proces se zpravidla člení na čtyři až pět fází, které se od sebe navzájem podstatně liší a to objemem prodeje, tempem jeho růstu, ziskem a modifikacemi marketingového mixu, pátou fází je v některých případech vývoj produktu, která se nachází na začátku.

## **1.2 Systém managementu kvality**

### **1.2.1 Systém**

Jak již bylo zmíněno dříve, systém je definován jako soubor vzájemně souvisejících nebo vzájemně působících prvků.

Další možný pohled na systém vyjadřující jeho strukturální podstatu.



Systém je celek složený z částí, které na sebe vzájemně působí. Mezi částmi systému mohou probíhat toky informací, hmoty a energie. V systémech může nastávat zpětná vazba, kdy některá výstupní veličina opětovně ovlivňuje některou ze vstupních veličin, a tedy i samotný systém. Složitější systémy obsahují i působení navenek (strategii) a cíle, kterých se snaží dosahovat.

Systémy lze posuzovat podle různých kritérií jedním z příkladů je dělení na otevřené a uzavřené, případně na deterministické a stochastické systémy.

- Otevřené, uzavřené systémy – Základním rozdílem je, jestli dochází k úmyslné interakci s okolím, příkladem otevřeného systému může být takový systém, ve kterém probíhá výměna látek, energie nebo informací s okolím. Naopak uzavřenými systémy nazýváme ty, kde k výměně hmoty a energie nedochází.
- Deterministické, stochastické systémy – Liší se podle toho, zda se systém chová jednoznačně, neboli jeho chování je určeno předem, nebo se chová náhodně, tedy jeho chování je pouze pravděpodobné, většinou popsatelné matematickou statistikou.

U systémů lze rozeznávat a zkoumat mnoho dalších vlastností jako je jejich stabilita, degradace, dynamika (vývoj v čase), komplexnost, výkon a našli bychom mnoho dalších. Sladění systému a již popsaného procesu jsou základním předpokladem funkčnosti managementu organizace a zároveň dosažení přijatelné úrovně rizika.

### 1.2.2 Management

Základním úkolem managementu jsou koordinované činnosti k vedení a řízení organizace a může zahrnovat stanovení politik, cílů a procesů k dosažení těchto cílů.

Slovo „management“ se někdy používá ve vztahu k lidem, tj. k osobě nebo skupině osob s pravomocí a odpovědností za vedení a řízení organizace. Používá-li se ale termín „management“ v tomto smyslu, má se vždy používat s některým druhem přívlastku, aby se vyloučila záměna s pojmem „management“ jako souborem činností určených výše. Nevhodné je například „management musí...“, zatímco „vrcholové vedení musí...“ je vyhovující. Vztahuje-li se tento pojem k lidem, mají se použít jiná slova, např. manažerský nebo manažeri nikoli management.

Management je velmi široký pojem. V zásadě znamená „mít pod svým vedením, ovládat, spravovat, regulovat“.

Organizace pokud fungují správně, by měly být založeny na dělbě práce, a tak je logické, že vzájemnou součinnost zaměstnanců musí někdo organizovat a koordinovat. Také je třeba



určovat cíle a kontrolovat jejich dosažení. Tato činnost je shrnována pod název management. Často se tento pojem převádí do češtiny jako řízení.

Management zahrnuje všechny aktivity od nastavení celého systému řízení, cílů a pravidel organizace, nastavení organizace, koordinace strategií a řízení až po běžnou denní operativu. Musí komplexně podporovat fungování organizace a k tomu používat metody strategického řízení, kvality, efektivnosti a mnohé další metody.

Za zakladatele teorie managementu je považován F.W.Taylor, jehož teze ovlivnily svět v 19. století a počátku 20. století. (odměňování na základě plnění úkolů, výběr zaměstnanců a kvalifikovaní řídící zaměstnanci). Do tohoto období se ze známých organizací řadí například Henry Ford nebo Tomáš Baťa.

Čtyři základní zásady vědeckého řízení, které jsou označovány, jako Taylorovy principy jsou:

1. Nahradit pravidlo osahání práce za metodu založenou na vědeckém studiu úkolu.
2. Vědecky zvolit, trénovat a rozvíjet každého zaměstnance je lepší než je nechat, aby se v oboru zdokonalovali sami.
3. Poskytnout podrobné instrukce a dozor nad každým zaměstnancem při vykonávání jeho úkolu.
4. Rozdělit práci téměř rovným dílem mezi manažery a zaměstnance tak, aby manažeři aplikovali vědecké principy managementu na plánování práce a zaměstnanci skutečně vykonávali tyto úkoly.

Po druhé světové válce dochází k rozvoji managementu a používaných technik, specializaci i rozvoji systémového a procesního přístupu. Vznikají koncepce standardů managementu, které se vyvíjí od národních a oborových standardů až ke standardům ISO.

### **1.2.2.1 Typy managementu**

Management se člení na různé typy – stupně.

Nejvyšším stupněm vedení organizace je top management neboli vrcholové vedení, který usměrňuje chod celého systému, má odpovědnost za výsledky organizace vůči vlastníkům a stanuje cíle organizace.

Střední management je rozličná skupina vedoucích zaměstnanců, kteří jsou z různých specializací a oborů (například obchodník, personalista, technolog, nákupčí, kvalita, výroba a mnoho dalších).

Liniový management neboli management prvního stupně řeší vztahy přímo na pracovišti mezi zaměstnanci. Manažeři dohlíží na plnění úkolů, a tedy musí mít znalosti týkající se produktů a služeb. Jsou to třeba mistři na dílnách nebo ve skladech.

Funkční management, který vychází z dělby práce a klade důraz na jednoduché činnosti. To vede k rozdělení práce mezi pracoviště podle specializace. Takovou situaci můžeme často vidět např. na stavbách, kde pracují tzv. party stavebních dělníků.



Procesní management si všímá hlavně toků činností (procesů) jdoucí napříč organizací. Procesní přístup se rozvinul zejména koncem 20. století, kdy se společnosti začaly ve vyšší míře zaměřovat na poznání a plnění požadavků zákazníka a také s příchodem moderních informačních technologií, které umožnily podrobnější sledování procesů v organizacích.

#### **1.2.2.2 Systém managementu**

Soubor vzájemně souvisejících nebo navzájem na sebe působících prvků organizace pro stanovení politik, cílů a procesů k dosažení těchto cílů se nazývá systém management.

Systém managementu se může týkat jednoho oboru nebo více oborů, např. managementu kvality, finančního managementu nebo environmentálního managementu.

Prvky systému managementu vytvářejí strukturu organizace, role a odpovědnosti, plánování, provoz, politiky, praktiky, pravidla, názory, cíle a procesy k dosažení těchto cílů.

Rozsah systému managementu může zahrnovat celou organizaci, specifické a identifikované funkce organizace, specifické a identifikované útvary organizace nebo jednu nebo více funkcí v rámci skupiny organizací.

Tento termín představuje jeden z běžných termínů a základních definicí norem ISO pro systémy managementu.

#### **Rozsah systémů managementu:**

Volbu rozsahu systému managementu si organizace dle obecných zásad může určovat sama. To dříve vedlo i k absurdním situacím, kdy organizace s velkým počtem pracovišť a poboček certifikovala třeba jen jednu, ale o zavedeném systému hovořila obecně. Obzvláště v oblasti ochrany životního prostředí působí až komicky, když jedna část organizace se tváří, že životní prostředí chrání, ale druhá pod stejným názvem neplní ani základní povinnosti stanovené předpisy. U nezávislého pozorovatele a veřejnost pak taková situace přímo vyvolává otázku, „k čemu ten certifikát vlastně je?“. Revidovaná ISO 9001 se snaží tuto situaci upřesnit:

#### **Management kvality:**

Management kvality je management, který se zabývá kvalitou. Management kvality může zahrnovat stanovení politik kvality a cílů kvality a procesů pro dosahování těchto cílů kvality plánováním kvality, prokazování kvality, řízením kvality a zlepšováním kvality.

Zaměření jednotlivých částí je:

#### **Plánování kvality:**

Plánování kvality je stanovení cílů kvality a specifikování nezbytných provozních procesů a souvisejících zdrojů pro dosahování cílů kvality. Vytváření plánů kvality může být součástí plánování kvality.

#### **Prokazování kvality:**

Je poskytování důvěry, že požadavky na kvalitu budou splněny.



### **Řízení kvality:**

Řízení kvality odpovídá plnění požadavků na kvalitu.

### **Zlepšování kvality:**

Zaručuje zvyšování schopnosti plnit požadavky na kvalitu. Požadavky na kvalitu se mohou týkat jakéhokoli aspektu, jako je např. efektivnost, účinnost nebo sledovatelnost.

Výsledkem managementu kvality jsou efektivnější procesy a ve svém důsledku snížené náklady a zvýšená produktivita. Je to velmi široké téma zahrnující téměř všechny firemní procesy.

### **1.2.3 Certifikace**

**Certifikace** je potvrzení vydané třetí stranou vztahující se k produktům, systémům nebo osobám (viz též zákon 22/1997 Sb. § 10).

**Akreditace** neboli potvrzení vydané třetí stranou vztahující se k orgánu posuzujícímu shodu, kterým je oznamováno formální potvrzení jeho odborné způsobilosti provádět specifické úlohy v oblasti posuzování shody

**Orgán posuzující shodu** je orgán, který vykonává služby v oblasti posuzování shody

**Specifikovaný požadavek** se rovná potřebě nebo očekávání, které je stanoveno

Certifikace je postup, kterým třetí strana poskytuje písemné ubezpečení, že konkrétní objekt - například výrobek, služba, systém, proces, činnost - je ve shodě se specifikovanými požadavky.

#### Nejdůležitější certifikační dokumenty

1. Licence pro certifikaci je dokument vydaný podle pravidel systému certifikace, kterým certifikační orgán uděluje osobě nebo orgánu právo používat certifikáty shody nebo značky shody pro jejich výrobky, procesy nebo služby podle pravidel příslušného certifikačního schématu.
2. Certifikát shody je dokument vydaný podle pravidel systému certifikace, vyjadřující poskytnutí přiměřené důvěry, že náležitě identifikovaný výrobek, proces nebo služba jsou ve shodě se specifickou normou nebo jiným normativním dokumentem.

Dělení certifikace na základní okruhy:

- A. Výrobků
- B. Osob
- C. Systému managementu



### **Certifikace výrobků:**

*ČSN EN ISO/IEC 17021:2011 Posuzování shody - Požadavky na orgány poskytující služby auditů a certifikace systémů managementu*

Jak již bylo řečeno na začátku, certifikace představuje činnost autorizované osoby, která je prováděná v rozsahu vymezeném technickým předpisem, nebo akreditované osoby provádějí na žádost výrobce, dovozce nebo jiné osoby dané činnosti, při níž se vydáním certifikátu osvědčí, že výrobek nebo činnosti související s jeho výrobou, popřípadě s jeho opakovaným použitím jsou v souladu s technickými požadavky, které jsou uvedené v certifikátu.

Výrobek znamená jakoukoliv věc, která byla vyrobena nebo jinak získána bez ohledu na stupeň zpracování a je určena k uvedení na trh jako nová nebo použitá.

### **Certifikace osob:**

*ČSN EN ISO/IEC 17024:2013 - Posuzování shody - Všeobecné požadavky na orgány pro certifikaci osob*

Certifikace osob je jedním z prostředků prokazujících, že certifikovaná osoba splňuje požadavky certifikačního schématu. Důvěry v příslušná certifikační schémata se dosahuje všeobecně uznávaným procesem posuzování a periodicky opakovaným posuzováním odborné způsobilosti certifikovaných osob.

### **Certifikace systému managementu:**

Certifikace poskytuje nezávislé ověření, že systém managementu organizace je:

- ve shodě se specifikovanými požadavky,
- schopen trvale dosahovat stanovenou politiku a cíle
- efektivně uplatňován

Certifikace, neboli ověření funkčnosti vybudovaného systému řízení tedy znamená, že certifikační orgán zajistí ověření shody, to znamená, že na základě certifikačního auditu ověří, zda vybudovaný systém odpovídá požadavkům formulovaných příslušným předpisem případně normou. Certifikace systému managementu je někdy také nazývána registrací.

Například norma ISO 9001:2015 specifikuje požadavky na systém managementu kvality pro případ, že organizace musí prokázat svoji schopnost poskytovat produkty, které splňují požadavky zákazníka a aplikovatelné požadavky předpisů a že má v úmyslu zvýšit spokojenost zákazníků. Všechny výroky v této normě uvedené v kapitole 4 až 10 mají charakter kritéria pro audit.

ČSN EN ISO/IEC 17021 obsahuje zásady a požadavky na kompetence, konzistenci a nestrannost auditu a certifikace systémů managementu všech typů a je určena orgánům





zajišťujícím tyto činnosti. Certifikace systému managementu je někdy nazývána "registrace", a certifikační orgány jsou někdy nazývány "registrační orgány".

Certifikace systémů managementu, je činnost posuzování shody třetí stranou (viz ČSN EN ISO/IEC 17000:2004, viz 5.5). Touto třetí stranou je certifikační orgán. Certifikační orgán může být soukromoprávním nebo státním orgánem.

Činnosti při posuzování shody musí být vykonávány osobou nebo orgánem způsobilým, ale též nezávislým

- na osobě nebo organizaci poskytující předmět
- a na uživatelském zájmu na tomto předmětu

Posouzení shody je prokázání, že specifikované požadavky, vztahující se k systému, managementu jsou splněny. Oblast předmětu posuzování shody zahrnuje řadu činností, jako jsou:

- ✓ zkoušení,
- ✓ inspekce
- ✓ certifikace
- ✓ akreditace – ta pouze u orgánů posuzujících shodu.

Schéma posuzování shody je prakticky přehledný model programu posuzování shody, protože konkrétní program posuzování shody je obvykle podrobnější.

Specifikuje systém posuzování shody vztahující se ke specifikovaným předmětům posuzování shody, na které jsou kladeny specifikované

- požadavky vyjadřující potřebu nebo očekávání, které je stanoveno,
- pravidla
- a postupy

Specifikované požadavky mohou být stanoveny v normativních dokumentech, jako jsou předpisy, normy a technické specifikace.

Schémata posuzování shody mohou být spravována na mezinárodní, regionální, národní nebo nižší úrovni.

### 1.3 Riziko

Riziko podle ČSN ISO 31000:2010 je definováno jako účinek nejistoty na dosažení cíle. Účinek je odchylka od očekávaného – kladná nebo záporná.

Nejistota představuje stav nedostatku informací, souvisejících s událostí, jejím následkem nebo možností výskytu a s jejím pochopením nebo znalostí.





Z historického hlediska je riziko historický výraz, který se objevil v 17. Století a to v souvislosti s lodní plavbou. Výraz „risico“ italského původu označoval úskalí, jemuž se měli lodě vyhnout. V návaznosti k původu později výraz riziko vyjadřovalo význam vystavení nepříznivým okolnostem.

Riziko je často charakterizováno odkazem na potenciální události a následky nebo na jejich kombinaci. Často se vyjadřuje jako kombinace následků události (včetně změn okolností) a s ní související možnosti výskytu. Slovo „riziko“ se někdy používá, když existuje možnost pouze negativních následků.

Rozeznáme mnoho druhů organizačních rizik:

- Procesní (provozní) rizika,
- Technická (technologická) rizika,
- Výrobní a projektová rizika,
- Kvalitativní rizika produktů,
- Legislativní rizika,
- Personální rizika,
- Ekologická rizika,
- Bezpečnostní rizika,
- Rizika informační bezpečnosti,...

Ve většině případů není firemní management rizik zvládnutý a správně nastavený. Některé prameny uvádí, že správně nastavený systém managementu rizik je pouze cca u 10 až 20% organizací.

Jinými slovy přes 80% certifikovaných organizací vykazuje neúplně aplikovaný systém řízení rizik, který by měl zabránit škodám, nespolehlivosti a umožnit zvládnout kontinuitu podnikání i v případě nečekaných událostí.

Veškeré činnosti organizace (prováděné jak vně tak uvnitř organizace) vždy obsahují rizika, která mají být řízena (ovládána, zvládána). Proces managementu rizik napomáhá při rozhodování tak, že přihlíží k nejistotě a možnosti budoucích událostí (zamýšlených nebo nezamýšlených) a jejich důsledků na dohodnuté cíle (vnitřní i vnější, strategické i operativní).

Z oblasti analýzy rizika je velmi důležité si ještě definovat pojmy:

aktivum – vše co má pro danou společnost hodnotu a mělo by být odpovídajícím způsobem chráněno,

hrozba – událost, která může způsobit narušení důvěrnosti, integrity a dostupnosti aktiva,

zranitelnost – slabina na úrovni fyzické, logické nebo administrativní bezpečnosti, která může být zneužita hrozbou,



opatření – opatření na úrovni fyzické logické nebo administrativní bezpečnosti, které chrání aktivum před hrozbou

#### 1.4 Udržitelné trendy v technických a technologických inovacích

Evoluce průmyslové výroby je nutně spojena s inovací (obnovou) kvalitativní úrovně technických systémů a technologických procesů. Z pohledu terminologie byly pro systém a proces v oblasti kvality na základě konsenzu vytvořeny následující definice. (Systém – soubor vzájemně souvisejících nebo vzájemně působících prvků a proces – soubor vzájemně souvisejících nebo vzájemně působících činností). Ve svém důsledku jsou vstupy zmíněných činností využívány pro zajištění zamýšleného výsledku, kterým je zpravidla produkt, buď hmotné, nebo nehmotné povahy.

Inovace je chápána jako jakákoliv změna ve vnitřní struktuře výrobního organismu. Tedy jakýkoli přechod od původního k novému stavu. Pojem „výrobní organismus“ představuje obecné označení pro organizační jednotku, v níž se realizuje proces s uplatněním techniky. Výrobním organismem může být dílna, provoz, organizace, výzkumný ústav, apod.

Ústřední realitou inovace pro zdravou ekonomickou teorii a praxi je postulát dynamické nerovnováhy, neboť moderní organizace je destabilizujícím prvkem a proto musí být organizačně přizpůsobena inovacím tedy tvůrčím destrukcím. Musí být tedy organizačně uzpůsoben systematickému opouštění všeho zavedeného, obvyklého, známého a pohodlného, ať jde o produkt, službu nebo výrobní proces, soubor dovedností, lidské a společenské vztahy nebo organizaci samu. Krátce řečeno, musí být organizačně uzpůsoben nepřetržitým změnám. Za inovace je možné především pokládat pouze úplně nové věci, tedy dosud neznámé založené na absolutní invenci, a to v oblastech jako jsou: trhy, produkty, výrobní technika, technologie, organizace výroby, suroviny a informační technologie což jsou hnací síly inovačních cyklů. Nástup nové prosperity je závislý na další radikální inovaci.

Základní pojmy z oblasti inovací:

výrobní organismus - obecné označení pro organizační jednotku, v níž se realizuje proces s uplatněním techniky

inovační faktory

| Označení | Název                     |
|----------|---------------------------|
| K        | Konstrukce                |
| S        | Pracovní předmět          |
| T        | Technologie               |
| P        | Pracovní prostředek       |
| E        | Energie                   |
| Kv       | Kvalifikace pracovní síly |
| O        | Organizace                |

*Tabulka 1- inovační faktory*



## řád inovace

| Řád inovace                              | Označení              | Co se zachovává         | Co se mění            | příklad               |
|------------------------------------------|-----------------------|-------------------------|-----------------------|-----------------------|
| Mínus                                    | Degenerace            | Nic                     | Úbytek vlastností     | opotřebení            |
| 0                                        | regenerace            | Objekt                  | Obnova vlastností     | Údržba, opravy        |
| RACIONALIZACE                            |                       |                         |                       |                       |
| 1                                        | Změna kvanta          | Všechny vlastnosti      | Četnost faktorů       | Další pracovní síly   |
| 2                                        | Intenzita             | Kvality a propojení     | Rychlost operací      | Zvýšený posun pásu    |
| 3                                        | Reorganizace          | Kvalitativní vlastnosti | Dělbá činnosti        | Přesuny operací       |
| 4                                        | Kvalitativní adaptace | Kvalita pro uživatele   | Vazba na jiné faktory | Technolog, konstrukce |
| KVALITATIVNÍ INOVACE                     |                       |                         |                       |                       |
| 5                                        | varianta              | Konstrukční řešení      | Dílčí kvalita         | Rychlejší stroj       |
| 6                                        | generace              | Konstrukční koncepce    | Konstrukční řešení    | Stroj s elektronikou  |
| 7                                        | druh                  | Princip technologie     | Konstrukční koncepce  | Tryskový stav         |
| 8                                        | rod                   | Příslušnost ke kmeni    | Konstrukční koncepce  | Netkaná textilie      |
| TECHNOLOGICKÝ PŘEVRAŤ - MIKROTECHNOLOGIE |                       |                         |                       |                       |
| 9                                        | kmen                  | Nic                     | Přístup k přírodě     | Genová manipulace     |

*Tabulka 2- řád inovace*

### Procesní struktura inovací

Procesní struktura inovací je zpravidla spojována se čtyřmi druhy změn a to:

- Oscilativního typu
- Pravidelného, kontinuálního
- Kvantitativní
- Mutativního charakteru



## ZMĚNA OSCILATIVNÍHO TYPU

Podstatou této změny je přizpůsobení se okamžité situaci výrobního procesu. Jsou to změny krátkodobého charakteru.

## ZMĚNA PRAVIDELNÁ, KONTINUÁLNÍ

Jedná se o změnu, která vyplývá ze stále dokonalejšího osvojování používané technologie a jejího zdokonalování. V praxi se většinou projevuje jako běžné racionalizační opatření ve výrobním procesu.

Efekt se v převážné míře projevuje především v oblasti nákladů.

## ZMĚNA KVANTITATIVNÍ

Jedná se o změnu vyvolanou prostým rozšiřováním výrobní kapacity organizace a podmínek zvyšování její výroby, která zůstává realizována na stávající kvalitativní úrovni.

## ZMĚNA MUTATIVNÍHO CHARAKTERU

Jedná se o změnu v druzích a kvalitě produktů nebo objemu vyráběné produkce a zároveň si vynucující zásadní změnu v technologii výroby, konstrukci produktu apod. U inovace tohoto typu dochází k tomu, že pro její realizaci musí být buď část, nebo dokonce celý výrobní proces nahrazen novým.

### Strategické předpoklady inovací

Na základě předchozích úvah je za inovaci možno považovat:

„tvůrčí lidskou aktivitu vyvolávající pozitivní změnu ve struktuře organizačních objektů, která má za následek požadovaný a očekávaný pozitivní efekt“.

Současná praxe managementu inovací uplatňuje v podstatě dva základní metodické a manažerské přístupy, a to:

- funkčně nákladový přístup,
- klasický (tradiční) přístup.

Pro klasický (tradiční) přístup je charakteristický postup řešení vycházející od druhého směrem k sedmému řádu inovací.

Pro funkčně nákladový přístup (hodnotový management) je typický zcela opačný postup. Usiluje nejprve o inovace nejvyššího řádu a při nerealitnosti takového řešení hledá možnosti změn v nižších řádech inovací.

Závěrem je možné uvést, že strategické předpoklady inovací je možné shrnout do následujících kategorií:



1. Strategie stanovení podnětné inovace,
2. Strategie vnímaného stupně novosti výrobků,
3. Strategie určení druhu restrukturalizace organizace
4. Strategie uplatňování odlišné složitosti inovací,
5. Strategie vzniku produktových a procesních inovací,
6. Strategie volby konkurenčního boje.

Jeden příklad z inovací devátého řádu. Jak je uvedeno v tabulce „řád inovací“ tato inovace pokrývá zejména mikrotechnologie a nanotechnologie. Program Pokročilé nanotechnologie a mikrotechnologie se obecně zaměřuje na nanotechnologie materiálů a struktur obecně vhodných pro nanoelektroniku a nanofotoniku. Zahrnuje jak přípravu, tak i charakterizaci nanostruktur vykazujících unikátní vlastnosti, které umožňují kvalitativně nové aplikace. Jedná se zejména o výzkum 2D – 0D nanostruktur připravovaných litografickými (top-down) a samouspořádajícími se (bottom-up) metodami. Konkrétně budou zkoumány polovodičové nanostruktury, kovové a magnetické nanostruktury, oxidové supravodiče a magnetika, nanotrubic, nanovlákn, supramolekuly a nanoelektronické prvky jdoucí za hranice Mooreova zákona, atd. Mooreov zákon říká, že klíčové parametry ICT Informační a komunikační technologie, zkráceně ICT (z anglického Information and Communication Technologies) se každých 18 měsíců mění tedy je podrobena inovaci.



## 2 Aplikace koncepce analýzy rizika v oblasti strojního zařízení

### 2.1 Analýza rizika

Riziko jen zřídka kdy existuje izolovaně, ve většině případů se jedná o různé kombinace rizik, které ve výsledku vytváří hrozbu pro daný subjekt. S ohledem na velké množství rizik je nezbytné si určit priority z pohledu dopadu a pravděpodobnosti výskytu rizika a věnovat se klíčovému rizikovému oblastem.

Procesu snižování rizik musí začít vždy jejich analýzou. Analýza rizik je obvykle chápána jako proces, který definuje hrozby, pravděpodobnosti uskutečnění hrozeb a především dopadu na subjekty. Analýzu rizik lze tedy chápat jako stanovení rizik a jejich závažnosti.

Analýza rizik zpravidla obsahuje následující základní kroky:

- Identifikace aktiv – vymezení posuzovaného subjektu spolu s popisem všech aktiv, jenž vlastní.
- Určení hodnot aktiv – určení hodnot pro všechna aktiva a jejich význam pro daný subjekt a následné ohodnocení dopadu jejich případné ztráty, změny či poškození.
- Identifikace hrozeb a míry zranitelnosti – určení pravděpodobnosti výskytu hrozeb a následné míry zranitelnosti subjektu vzhledem k dané hrozbě.
- Identifikace závažnosti hrozeb a slabin - určení druhů událostí a akcí, které mohou negativně ovlivnit hodnotu aktiv. Určení slabých míst daného subjektu, které by mohly být zdrojem hrozeb. (3)

Termín analýza rizik se často používá v praxi jako souhrn pro identifikaci, vlastní analýzu a kvantitativní hodnocení. Mnohdy se pod tento termín zahrnuje i posuzování rizik.

### 2.2 Techniky analýzy rizik

Techniky a postupy používané k analýzám a hodnocení rizika lze dělit do tří základních kategorií podle stupně podrobnosti analýzy rizika a schopnosti kvantifikace míry rizika.

#### 2.2.1 SROVNÁVACÍ POSTUPY A METODY

Metody a postupy jsou zaměřené především na identifikaci zdrojů rizik. Většinou pracují na bázi porovnávání a aplikování provozních zkušeností, které jsou získané z provozu a doplněné prohlídkou zařízení. Základním cílem metod a postupů je odhalení slabin a seřazení systémů podle vlastního posouzení jejich možného podílu na příčinách a průběhu nebezpečné události. Umožňují upozornit na potenciálně nebezpečné části hodnoceného zařízení, neumožňují však kvantifikovat pravděpodobnost selhání, ani nedefinují podíl jednotlivých komponentů nebezpečného zařízení na pravděpodobnosti vzniku nebezpečné události. Nelze tedy pomocí nich vyčíslit míru rizika.

Nejznámější ze srovnávacích postupů a metod:



### **2.2.1.1 Bezpečnostní audit (SA/SR - Safety Audit/Review)**

Bezpečnostní audit je postup, který hledá rizikové situace a navrhuje opatření ke zvýšení bezpečnosti zařízení. Metoda představuje postup hledání potencionálně možné nehody nebo případného problému, který se může objevit ve zkoumaném systému. Formálně je zde používán připravený seznam otázek a matice. (4)

### **2.2.1.2 Analýza (procesu/systému) kontrolním seznamem (CA – (Process/System) Checklist Analysis)**

Kontrolní seznam neboli checklist je souborem položek k ověření stavu systému. Kontrolní seznamy jsou značně podrobné a jsou koncipovány tak, aby s jejich pomocí bylo možno posoudit shodu systému s předpisem nebo normou. Identifikace rizik pomocí checklistů je rychlá a snadná a lze ji použít v kterékoli fázi života systému.

Výhodou kontrolních seznamů je identifikace rizik i pro méně zkušené zaměstnance. Jedná se v podstatě o porovnání stavu skutečného se stavem daným normou nebo předpisem. Nevýhoda kontrolního seznamu je zaměření především na normativně stanovené požadavky a svádí k mechanickému přístupu, které neuvažuje další možné alternativy a souvislosti. (6)

Seznamy kontrolní otázek jsou zpravidla generovány na základě seznamu charakteristik ze sledovaného systému nebo činností souvisejících se systémem. Potencionální selhání prvků systému může vyústit ve vznik škod. Struktura seznamů se může měnit od jednoduchého seznamu až po složitý formulář, který umožňuje zahrnout různou relativní důležitost parametru v rámci daného souboru. (4)

Kontrolní seznamy lze použít k detailnímu seznámení nezkušeného personálu s procesem a to pomocí srovnáváním procesních vlastností s různými požadavky kontrolního seznamu.

Kontrolní seznamy jsou označovány jako tzv. živé dokumenty a měly by být pravidelně kontrolovány a aktualizovány.

Aby analytik mohl vytvořit tradičního kontrolního seznam, musí definovat standardní projektové nebo provozní postupy, které pak používá k vytvoření seznamu otázek založených na nedostacích nebo rozdílech. Vyplněný kontrolní seznam obsahuje na dané otázky odpovědi typu „ano“, „ne“, „neaplikovatelný“ nebo „potřeba více informací“. Kvalitativní výsledky se liší podle dané situace, ale nejčastěji vedou k rozhodnutí typu „ano“, nebo „ne“ podle shody se standardními postupy.

Analýza kontrolním seznamem je označována za proměnlivou metodu (vyhodnocení se může měnit). Technika může být použita pro jednoduchá vyhodnocení nebo pro nákladnější podrobnější výsledky. Je to úsporný způsob jak identifikovat tradičně rozpoznatelné zdroje rizika. (6)





### **2.2.1.3 Relativní klasifikace (RR - Relative Ranking) - Dow and Mond Hazard Indices**

Relativní klasifikace je spíše analytická strategie než analytická metoda. Tato strategie porovnává vlastnosti několika procesů nebo činností a určuje tak, zda tyto procesy nebo činnosti mají natolik nebezpečné charakteristiky, že bychom měli provést další podrobnější studii. Relativní klasifikaci lze použít také pro srovnání několika návrhů umístění procesu nebo zařízení a zjistit tak informaci o tom, která z nabízených alternativ je nejvhodnější nebo nejvíce bezpečná. Porovnání jsou založena na číselném srovnání, která vyjadřují relativní úroveň významnosti každého zdroje rizika. (4)

Studie relativní klasifikace je běžně zaváděna v časném stadiu života procesu před konečným sestavením detailního projektu nebo brzy po zavedení programu analýz zdrojů rizika v organizaci. Relativní klasifikace může být ale také aplikována na existující proces pro zjištění zdrojů rizika z různých provozních důvodů.

Filozofie v přístupech relativní klasifikace je ve stanovení relativní důležitosti procesů a činností z hlediska bezpečnosti ještě dříve, se provedou případné další dodatečná a nákladnější hodnocení zdrojů rizika nebo analýzy rizika, aby bylo možné určit, která oblast představuje větší relativní nebezpečí nebo riziko. Následně mohou být provedeny další studie hodnocení zdrojů rizika, které jsou věnovány významnějším oblastem. Výsledkem by měl být seřazený seznam procesů, zařízení, provozních činností, který by měl mít několik vrstev reprezentujících úroveň důležitosti.

Teoretická část metody relativní klasifikace má své základy ve třech základních otázkách používaných v rizikových analýzách:

- 1) Co se může porouchat?,
- 2) Jak často to může nastat?,
- 3) Jaké mohou být následky?. (7)

## **2.2.2 ANALYTICKÉ POSTUPY A METODY ZALOŽENÉ NA DETERMINISTICKÉM PŘÍSTUPU**

Analyzují příčiny nastání nebezpečných událostí a scénáře jejich rozvoje a jsou schopny upozornit na potenciální nebezpečí hodnoceného zařízení. Neumožňují však kvantifikovat pravděpodobnost selhání jednotlivých systémů, ani nedefinovat podíl jednotlivých komponentů na pravděpodobnosti vzniku nebezpečné události. Neumožňují stanovit pravděpodobnost výskytu nebezpečných jevů, případné selhání komponentů, systémů a zásahů obsluhy. Nelze pomocí nich vyčíslit míru rizika.

Nejznámější z analytických postupů a metod:

### **2.2.2.1 Předběžná analýza nebezpečí (PHA - Preliminary Hazard Analysis),**

Analýza PHA je založena na aplikaci předchozích zkušeností, poznatků, nebezpečí či selhání pro účely identifikace budoucích nebezpečí, které by mohly způsobit škody, a dále pro odhad pravděpodobnosti jejich výskytu v dané činnosti, zařízení, přípravku či systému.





Jednotlivé fáze aplikace:

1. Identifikace možností výskytu rizikové události,
2. Kvalitativní vyhodnocení rozsahu možné újmy či poškození, k němuž by následovně mohlo dojít,
3. Relativní klasifikace nebezpečí vycházející z kombinace závažnosti a pravděpodobnosti výskytu,
4. Identifikace možných nápravných opatření. (8)

Metoda PHA se nejčastěji provádí v rané etapě vývoje projektu, kdy je k dispozici málo informací o podrobnostech návrhu nebo o provozních postupech, a může předcházet dalším studiím.

Používá se též při analyzování již existujících systémů nebo při stanovení priorit nebezpečí tam, kde různé okolnosti brání použití pokročilejší metody.

Je to strukturovaná a systematická technika, která se využívá v rámci managementu spolehlivosti a bezpečnosti za účelem zkoumání stanoveného systému s následujícími cíli: rozpoznat potenciální nebezpečí v systému, rozpoznat potenciální problémy s provozuschopností systému a zejména rozpoznat příčiny narušení provozu a výrobních odchylek, které pravděpodobně povedou k neshodným produktům.

Princip metody:

Přínos PHA spočívá v tom, že výsledné znalosti získané při strukturovaném a systematickém rozpoznávání potenciálních problémů týkajících se nebezpečí plynoucího z funkce systému pomáhají při určování opatření k nápravě a jsou podkladem pro další navazující analýzy.

Hlavní cíle metody:

- nalezení slabých míst a identifikace nebezpečí v systému
- klasifikace závažnosti nebezpečí
- určení pravděpodobnosti nebezpečí a určení výsledné míry rizika
- uvedení doporučených opatření pro řízení nebo eliminaci rizika

Získané výsledky lze prezentovat různými způsoby např. tabulky a stromy.

Charakteristické pro metodu PHA je používání „pracovních formulářů“, pomocí kterých se výsledky analýzy zaznamenávají do přehledné podoby. Vhodnou formou provedení celé analýzy je metoda tzv. „brainstormingu“. Metoda PHA je tzv. iniciační metoda, která má za úkol zdokonalit projekt s využitím přístupů založených na zkušenostech. Neměla by být nikdy vnímána jako náhrada nutných a potřebných přístupů.

Postup provádění analýzy:

- přípravná část



(Shromažďuje potřebné informace a podklady k upřesnění cílů analýzy a stanový základní pravidla pro její provádění. K základním informacím potřebných k analýze nezbytně patří: cíle, termíny a požadovaná hloubka analýzy, požadavky na spolehlivost a bezpečnost systému),

- vlastní PHA jednotlivých prvků systému a systému jako celku,
- vyhodnocení analýzy. (1)

#### **2.2.2.2 Studie provozuschopnosti (HAZOP - Hazard Operability Studies),**

Metoda HAZOP představuje systematické zkoumání at' již plánovaného nebo stávajícího procesu či operace s cílem identifikovat a zhodnotit problémy, které mohou představovat riziko nebo bránit efektivnějšímu provozu. (2)

Metoda HAZOP je charakterizováno jako spojení dvou postupů. Operability study – studie provozuschopnosti neboli identifikace nebezpečných situací a hazard analysis - ocenění rizika. (5) Tomu to spojení odpovídá rozdělení systému na jednotlivé dílčí subsystémy, tj. aplikace systémového přístupu – rozděl a zvládni. Provozní hodnoty závažných veličin se musejí pohybovat v mezích, které se považují za bezpečné. Větší vybočení = odchylka mimo stanovené limity, může být nebezpečná.

Metoda HAZOP je uznávaným evropským standardem. Díky svým vlastnostem umožňuje při správném použití identifikovat nebezpečné stavy, které se mohou vyskytnout na posuzovaném subjektu.

Jde o týmovou multioborovou metodu pro zkušené lidi. Cílem analýzy je identifikace scénáře potencionálního rizika. Zkušení lidé pracují formou brainstormingu na společném zasedání. Jedná se o braistorming, jenž identifikuje nebezpečí pomocí klíčových slov. Klíčová slova jako např. NE/ŽÁDNÉ, VÍCE, KROMĚ, ČÁST apod. se aplikují na příslušné parametry (např. kontaminace, teplota) a tak pomáhají stanovit možné odchylky od běžného použití nebo koncepčních záměrů. Pracovním nástrojem jsou jak tabulkové pracovní výkazy a také dohodnuté vodící výrazy. Identifikované scénáře potenciálního rizika jsou formulovány v závěrečném doporučení, které směřuje ke zlepšení procesu. (4)

Postup studie HAZOP lze popsat následnými kroky:

1. Identifikace příčin
2. Odhad možných následků a rizik
3. Návrhy opatření eliminace rizik
4. Stanovení závěrečného doporučení (10)

Kvalitní studii lze získat jen za předpokladu splnění určitých podmínek. Nejdůležitější jsou:

- a) jasné vymezení rozsahu a stanovení cílů studie,



- b) znalosti a schopnosti vedoucího studie, kvalita a zkušenost členů zvoleného týmu,
- c) dostatek času pro analýzu.

Na začátku práce je nutné jasně stanovit cíle studie a vymezit její rozsah.

Odborný tým musí být pečlivě vybrán z řad obsluhy posuzovaného zařízení, ideálně dlouhodobý zaměstnanci a zadavatel studie musí počítat s uvolněním celého týmu z běžných pracovních povinností na potřebnou dobu. Velmi složitá je volba týmu a to při použití metody HAZOP ve fázi návrhu nového zařízení, pokud bude studie kvalitě provedená, může vést ke změnám v návrhu zařízení, a tím k významným finančním úsporám. V případě návrhu nového zařízení bývá tým složen z projektantů anebo zaměstnanců se zkušenostmi s obsluhou podobného zařízení.

Celkový čas potřebný na provedení studie HAZOP se musí uvažovat nejen čas potřebný na přípravu vstupních údajů, ale i čas na tvorbu výsledného dokumentu. Potřebný čas pro zpracování údajů a tvorbu dokumentů je leckdy delší než vlastní odborná diskuse. (11)

Možné oblasti využití:

Metoda může být použita pro posouzení: předběžného návrhu technologického schématu, konečného návrhu projektu, stávajícího zařízení, různých variant modifikací zařízení, havarijních situací, které se již vyskytly. (10)

### **2.2.2.3 Analýza „Co se stane, když ...“ (W-I-A – „What if“ Analysis),**

Analýza toho co se stane když (W-I-A), je postup pro hledání možných dopadů vybraných provozních situací. V podstatě jde o spontánní diskusi a hledání nápadů. V této diskusi je skupina zkušených lidí dobře obeznámených s procesem, která klade otázky nebo vyslovuje úvahy o možných nehodách. Metoda W-I-A není vnitřně strukturovaná technika jako některé jiné (HAZOP, FMEA). Požaduje po vedoucím analýzy, aby přizpůsobil základní koncept šetření určitému účelu. (4)

Metoda je také založená na brainstormingu, stejně jako HAZOP a další z uvedených metod. Při brainstormingu je svolán kvalifikovaný pracovní tým, který prověřuje formou dotazů a odpovědí neočekávané události, které se mohou v procesu vyskytnout.

Základním principem je, že kdokoli v týmu může formulovat otázku typů „Co se stane, když ...“, která ho zajímá. Pracovní tým pak hledá odpovědi na takto formulované dotazy. Odhadují se následky vzniklého stavu nebo situace, navrhuji se opatření a doporučení. (5)

Metoda „Co se stane, když ...“ patří mezi velmi efektivní a účinné, ale pouze za podmínky, že pracovní tým má provozní zkušenosti a zároveň má aplikační zkušenosti s touto metodou. V opačném případě může být výsledkem studie diskutabilní.



Pro zdárný výsledek studie metodou „Co se stane, když ...“ je důležitá znalost procesu, kvalita realizačního týmu, aplikační zkušenosti realizačního týmu s metodou a tvořivá atmosféra v průběhu pracovních porad.

Není to vnitřně strukturovaná technika jako některé jiné (FMEA a HAZOP). Namísto toho po analytikovi požaduje, aby přizpůsobil základní koncept určitému účelu. (5)

Analýza „Co se stane, když ...“ povzbuzuje tým hledající zdroje rizika v přemýšlení nad otázkami, které začínají na „Co se stane, když ...“. Zapisovatel obvykle zaznamenává všechny otázky. Potom jsou otázky rozděleny podle jednotlivých zkoumaných oblastí. Každá oblast je následně zkoumána jedním nebo více odborníky. Otázky jsou formulovány na základě zkušeností a aplikovány na existující nákresy i rozhovory s personálem, který není zastoupen v týmu pro hodnocení zdrojů rizika.

Ve své nejjednodušší formě se při použití této metody vytváří seznam otázek a odpovědí o procesu. Může také vést k tabulkovému seznamu nebezpečných situací, k seznamu jejich ochrany proti následkům a k seznamu možných návrhů pro snížení rizika. (12)

#### **2.2.2.4 Analýza druhů a důsledků poruch (FMEA - Failure Mode and Effect Analysis)**

Metoda FMEA je založená na týmové analýze možností vzniku vad u posuzovaného návrhu, ohodnocení jejich rizik a návrhu a realizaci opatření vedoucích ke zmírnění těchto rizik. Výzkumy ukazují, že lze odhalit 70 až 90% možných neshod pomocí této metody.

Metoda FMEA představuje systémový přístup k prevenci nízké jakosti, která vede ke snížení ztrát vyvolaných nedostatečnou jakostí produktů, ke zkrácení doby řešení vývojových prací, ke snížení počtu změn ve fázi realizace a k účelnému využívání zdrojů. Výsledky metody FMEA vytváří velice cennou informační databázi o produktu, kterou lze využít pro podobné produkty a jsou významným podkladem pro zpracování či upřesnění plánu jakosti a důležitou součástí kontrolního systému v oblasti tvorby návrhu.

Metoda FMEA se používá zejména pro nové nebo inovované produkty nebo procesy, avšak lze ji aplikovat i na stávající produkty a procesy. V případě analýzy nových produktů či procesů by měla být prováděná v dalších fázích vývoje a při změnách návrhu.

FMEA je metodou, kterou je nutno vždy aplikovat v týmu, neboť její velkou předností je právě využití znalostí a zkušeností celé řady odborníků. V týmu by měli své zastoupení zaměstnanci vývoje, konstrukce, technologie, výroby, zkušeben, útvaru řízení jakosti, servisu, své místo však v něm mají rovněž zástupci ekonomického útvaru, zásobování a zákaznické sféry.

FMEA umožňuje vyhodnocení možných způsobů selhání v procesech a jejich pravděpodobný dopad na výsledky a vlastnosti výrobku. Jakmile se možné způsoby selhání stanoví, lze použít snížení rizika pro eliminaci, zachování, zmírnění či kontrolu



potencionálních selhání. Analýza FMEA je založená na znalostech výrobku a procesu. Metodicky rozkládá rozbor komplexních procesů na zvladatelné kroky. Jedná se o silný nástroj pro shrnutí důležitých možností selhání pravděpodobných dopadů těchto selhání.

Možné oblasti využití:

Analýzu FMEA lze využít pro stanovení priorit rizik a sledování efektivity činností kontroly rizik. Lze ji uplatnit u zařízení a vybavení a použít ji pro analýzu výrobní činnosti a jejího vlivu na proces. Identifikuje činnosti v rámci systému, které zvyšují jeho zranitelnost. Vystup analýzy FMEA je možno využít jako podklad pro koncepci nebo další analýzu či jako vodítko pro nasazení zdrojů.

Analýza FMEA návrhu produktu nebo procesu probíhá v těchto etapách:

1. analýza a hodnocení současného stavu
2. návrh opatření
3. hodnocení stavu po provedení opatření

Průběh analýzy FMEA se průběžně zaznamenává do formuláře FMEA, jehož součástí je podrobná hlavička, v níž jsou specifikovány základní údaje o analyzovaném návrhu produktu nebo procesu, odpovědných pracovnících a času provedení.

FMEA návrhu produktu

Pomocí FMEA návrhu produktu se zajišťuje co nejúplnější zkoumání návrhu produktu s cílem již v etapě návrhu odhalit veškeré nedostatky, které by předkládaný návrh mohl mít, a ještě před jeho schválením realizovat opatření, která by tyto nedostatky odstranila.

Jednotlivé fáze analýzy FMEA návrhu produktu

a) Analýza a hodnocení současného stavu

Všechny členy týmu podrobně seznámí s požadavky zákazníka a s navrhovaným řešením, s jednotlivými komponentami produktu a s jejich základními charakteristikami a funkcemi. Poté se produkt systematicky rozčlení na jednotlivé součásti a postupně se provádí vlastní analýza.

Prvním krokem analýzy současného stavu u jednotlivých součástí daného řešení je identifikace možných vad, které by u dané součásti mohly v průběhu plánovaného života produktu nastat. Možné vady se popisují jako fyzikální jevy a je k nim potřeba zařadit i takové vady, které mohou vzniknout pouze za určitých zvláštních podmínek provozu.

U jednotlivých možných vad tým analyzuje všechny možné následky, ke kterým mohou možné vady vést, přičemž jako následek vady se chápe působení vady na zákazníka, tedy jak zákazník bude výskyt dané vady vnímat. Obecně platí, že každá vada může mít několik následků. Ke každé možné vadě tým FMEA dále stanoví všechny možné příčiny, které mohou danou vadu vyvolat. Možné příčiny vady musí



být popsány přesně a výstižně, aby v dalším zpracování k nim bylo možné nalézt vhodná opatření.

V dalším kroku tým analyzuje preventivní opatření používaná k prevenci působení jednotlivých příčin možné vady.

Další součástí stavu je analýza stávající kontrolních postupů, které jsou používány k ověření vhodnosti navrhovaného řešení před jeho uvolněním do realizační fáze.

Na tuto analýzu navazuje hodnocení rizik možných vad. Při tomto hodnocení se možné vady posuzují ze tří hledisek (význam vady, očekávaný výskyt vady, odhalitelnost vady), která se hodnotí bodovou stupnicí 1 až 10.

V případě významu vady, tým posuzuje, jak je možný následek vady pro zákazníka závažný. V případech, kdy určitý projev vady může vést k několika různým následkům, se příslušné hodnocení vztahuje k nejzávažnějšímu následku vady. Pokud se možná vada týká některé zvláštní charakteristiky produktu, obvykle se to označuje ve zvláštní kolonce.

V případě pravděpodobnosti výskytu vady tým hodnotí technické možnosti vzniku vady v průběhu doby plánovaného života produktu nebo dílu, přičemž se vychází zejména ze zkušeností s podobnými produkty. Pravděpodobnost výskytu vady se přitom vztahuje k určité příčině vady, tedy jedná se o posouzení pravděpodobnosti vzniku vady vyvolané určitou příčinou. Příslušné bodové hodnocení odpovídá určitému kvalitativnímu vyjádření a roste s očekávanou četností výskytu vady. Při hodnocení výskytu se zohledňují používaná stávající opatření pro prevenci působení příčin možné vady.

V případě odhalitelnosti vady vychází příslušné hodnocení z posouzení účinnosti stávajících kontrolních postupů, používaných k posuzování návrhu produktu. V případě, že odhalitelnost vady či její příčiny je vysoká, je bodové hodnocení nízké, pokud ale vadu ani její příčinu používanými kontrolními postupy prakticky nelze odhalit, je naopak bodové hodnocení vysoké.

Po stanovení všech tří bodových hodnocení se pro každou možnou vadu vypočte integrované kritérium, tzv. rizikové číslo, které představuje součin příslušných bodových hodnocení jednotlivých kritérií a jeho hodnoty se mohou pohybovat v rozmezí 1 do 1000.

$$\text{Rizikové číslo} = \text{význam} \times \text{výskyt} \times \text{odhalitelnost}$$

Po provedeném hodnocení a stanovení rizikových čísel následuje vyčlenění skupiny těch možných vad, jejichž riziková čísla jsou příliš vysoká, a bude nutné navrhnout opatření ke snížení rizika.

Kromě hodnoty rizikového čísla je vždy potřeba ještě analyzovat ty možné vady, u nichž některé z dílčích kritérií dosahovalo vysoké hodnoty.





#### b) Návrh opatření

U možných vad vyvolaných příslušnými příčinami, kde byla překročena kritická hodnota rizikového čísla, členové týmu navrhuji vhodná opatření, která by riziko těchto možných vad snížila. V případě možných nebezpečných následků by tato opatření měla být prioritně zaměřená na snížení významu.

#### c) Hodnocení stavu po realizaci opatření

Poslední etapa analýzy FMEA probíhá po realizaci opatření. Stejný tým opětovně hodnotí nová rizika jednotlivých možných vad, na které byla příslušná opatření zaměřená. Hodnotící stupnice musí odpovídat stupnici použité při hodnocení současného stavu. (13)

Posouzení změn příslušných hodnot rizikových čísel umožňuje hodnotit účinnost provedených opatření. Aby bylo možné příslušná rizika považovat za přijatelná, mělo by dojít k poklesu rizikového čísla pod jeho kritickou hodnotu. Pokud se to u některé možné vady nepodaří zajistit, je potřeba navrhnou účinnější opatření a po jejich provedení opětovně vyhodnotit hodnoty rizikových čísel.

K definování předmětu FMEA je využíván Blokový diagram produktu a Diagram parametrů (P).

Blokový diagram produktu zobrazuje fyzikální a logické vztahy mezi komponenty produktu. Existují různé způsoby a formy sestrojování blokového diagramu.

Blokový diagram označuje interakci komponentů a subsystémů v rámci předmětů návrhu produktu. Tato interakce může zahrnovat: tok informací, energii, sílu nebo tekutinu. Cílem je pochopit požadavky nebo vstupy systému, činnosti ovlivňující tyto vstupy nebo prováděné funkce, jakož i předměty plnění nebo výstup.

#### Diagramy parametrů (P)

P-diagram je strukturovaný nástroj, který pomáhá týmu porozumět fyzikální podstatě vztahující se k funkci návrhu produktu. Tým analyzuje předpokládané vstupy a výstupy pro daný návrh produktu, jakož i řízená a neřízená hlediska, která mohou ovlivnit výkonnost. (14)

#### FMEA procesu

FMEA procesu se obvykle provádí před zahájením výroby nových či inovovaných produktů nebo při změnách technologického postupu a obvykle následuje po FMEA návrhu produktu, na kterou navazuje a využívá jejich výsledků.

Postup při analýze FMEA procesu je podobný jako při FMEA návrhu produktu s tím rozdílem, že příčiny možných vad tentokrát tým nehledá v navrhovaném řešení produktu, u něhož se již předpokládá splnění záměru, ale v navrhovaném postupu jeho realizace. Přestože FMEA procesu je původně předurčena pro přezkoumání a validaci návrhu technologického postupu je velice cennou metodou rovněž pro analýzu a přezkoumání již používaného výrobního procesu, neboť umožňuje odhalit jeho slabá



místa a tak iniciovat jeho zlepšování. Aplikace metody FMEA lze rovněž rozšířit na libovolné nevýrobní procesy.

#### Jednotlivé fáze analýzy FMEA procesu

##### a) analýza a hodnocení současného stavu

U FMEA procesu se postupně analyzují jednotlivé dílčí operace, v pořadí, jak na sebe navazují.

Úkolem týmu je identifikovat všechny možné vady, které se mohou v průběhu dané operace vyskytnout. Týká se to jak vad vyráběného produktu, které se přenesou do finálního produktu, tak vad, které způsobí, že některá z následujících operací nebude úspěšná. K těmto vadám se rovněž přiřazují možná selhání procesu, která mohou vést k tomu, že daná operace nebude proveditelná.

V dalším kroku tým FMEA analyzuje působení možných vad na zákazníka, jak vnitřního, tak vnějšího nebo na obsluhu procesu. Vnitřními zákazníky jsou následující operace nebo pracoviště, vnějším zákazníkem je zejména konečný uživatel. Ke každé možné vadě tým FMEA stanoví všechny možné příčiny na rozdíl od FMEA návrhu produktu se však tyto příčiny hledají v nedostacích posuzovaného procesu.

U stanovených možných vad a jejich příčin tým nejprve analyzuje používaná preventivní opatření, kterými se předchází působení možné příčiny vady či vzniku vady. V dalším kroku pak tým analyzuje kontrolní postupy, které jsou v procesu používány k tomu, aby v případě výskytu byly možné vady nebo jejich příčiny včas odhaleny.

Význam vady se vztahuje k nejzávažnějšímu následku vady.

V případě očekávaného výskytu vady se u FMEA procesu na rozdíl od FMEA návrhu produktu posuzuje pravděpodobnost, že v průběhu dané operace vzniknou vlivem dané příčiny produkty s danou možnou vadou.

Při posuzování pravděpodobnosti odhalení vady tým posuzuje účinnost kontrolních opatření odhalit výskyt možné vady nebo její příčiny předtím než produkt nebo součást opustí místo výroby nebo montáže.

##### b) návrh opatření

Pro skupinu možných vad vyvolaných určitou příčinou s hodnotami rizikového čísla přesahujícími zvolenou kritickou hodnotu nebo vad, jejichž význam byl ohodnocen 9 či 10 body, je úkolem týmu navrhnout vhodná opatření, která by riziko těchto možných vad dostatečně snížila. V případě možných vad s nebezpečným následkem by měla být dána přednost snížení významu a pak opatření snižujícím pravděpodobnost výskytu vad a nakonec zvýšení odhalitelnosti vad či jejich příčin.





### c) hodnocení stavu pro provedení opatření

Po provedení opatření tým FMEA opětovně hodnotí riziko těch vad, na které byla opatření zaměřena. Nově zjištěné hodnoty umožňují posoudit účinnost jednotlivých nápravných opatření a případně opětovně vyčlenit možné vady s mírou rizika, překračující kritickou hodnotu. (13)

FMEA je živý dokument a měl by být přezkoumáván vždy, když dojde ke změně návrhu produktu a kdykoliv je podle potřeby návrh produktu aktualizován. (14)

#### Metodika FMEA

1. Sestavit FMEA tým (tým by se měl skládat z lidí z různých úrovní organizace, kteří daný proces znají, mají zkušenosti nejlépe i z jiných oborů, jsou komunikativní).
2. Vyspecifikovat všechny možné nebo pravděpodobné vady návrhu.
3. Stanovení priorit z hlediska svého důsledku, tedy významu působení na zákazníka, z hlediska příčiny svého vzniku, tedy rozsahu výskytu při používání a z hlediska rozsahu nutných kontrol, tedy možnosti jejího odhalení.
4. Rozdělení do kategorií a přiřazení patřičných bodu dle priorit (1- zákazník nezaregistruje až 10 ohrožení bezpečnosti).
5. Hodnocení - dle jednotlivých charakteristických čísel. Velikost čísla určuje prioritu, s jakou se musíme danému problému věnovat.
6. Navržení příslušných opatření dle jednotlivých charakteristických čísel. Velikost rizikového čísla určuje prioritu, s jakou se musíme danému problému věnovat.
7. Provedení opatření.
8. Vyhodnocení nového stavu.

FMEA je systematický sled činností určených k: vyhledávání a ohodnocení možných vad výrobků nebo procesu a jejich důsledků, identifikování kroků k zabránění nebo omezení podmínek pro vznik možných vad, dokumentování procesu. (6)

Při analýze FMEA je vytvářena tabulka způsobů poruch zařízení a jejich účinků na systém nebo organizace. Poruchový stav popisuje, jak zařízení selže. Účinek způsobené poruchy je určen reakcí systému na selhání zařízení. FMEA identifikuje jednoduché způsoby poruchy, které buď přímo vedou k nehodě, nebo k ní významně přispějí. (12)

#### Druhy FMEA:

1. systému – analyzuje systémy a subsystémy v raném stadiu a zaměřuje se na interakce mezi systémy a elementy systémů
2. konstrukce – analyzuje výrobek dříve, než se začne s výrobou. Zaměřuje se na druhy vad způsobené nedostatky konstrukce.



3. procesu – analyzuje výrobní a montážní procesy, nedostatky procesu výroby nebo montáže.
4. výrobku – analyzuje proces jako celek. Mnohdy koordinována a řízená zákazníkem.
5. servisu, služeb – než se výrobek dostane k zákazníkovi (investiční, organizační, ekologická, zásobování) (15)

Postup aplikace FMEA:

Příprava

1. Jako první krok je nutné si stanovit, co chceme vlastně analyzovat (kterou část výrobku, jakou část procesu).
2. Stanovení požadavků na analyzovaný produkt (lze využít metody QFD).
3. Svolání týmu odborníků, kterých se daný analyzovaný produkt nějak dotýká, a kteří budou FMEA aplikovat. (16)

#### **2.2.2.5 Analýza stromu poruch (FTA – Failure Tree Analysis) - kvalitativní,**

Analýza stromu poruch je metoda vyvinutá pro účely elektrotechniky a nyní je používána pro hodnocení rizika např. v jaderné energetice. Ukazuje se, že tato metoda je použitelná i pro chemická či jiná průmyslová zařízení. Strom poruch sestavený pro závažný stav může být velmi rozsáhlý, neboť vytváří nejrůznější kombinace příčin poruch.

Metoda stromu poruch je metodou deduktivní, slouží k nalezení jednotlivých cest šíření poruch od primárních příčin ke konečným následkům. Vychází se z přesně definovaného konečného stavu a postupně se hledají příčiny nebo jejich souběhy, které mohou vést k uvažovanému stavu. Generování logického grafu může být ukončeno na různé úrovni podrobnosti. Je efektivní generovat graf do té úrovně, ve které jsou dostupný údaje a spolehlivosti elementárních prvků. (5)

Nástroj FTA představuje přístup, který předpokládá selhání funkčnosti přípravku nebo procesu. Tento nástroj vyhodnocuje selhání systému jedno po druhém, přičemž může kombinovat více příčin selhání tak, že určí kauzální řetězce. Výsledky se znázorňují obrazově v podobě stromu různých chyb. Na každé úrovni stromu jsou popsány kombinace různých chyb logickými operátory (A, NEBO apod.). Analýza FTA je založena na odborném pochopení procesu, z něž vychází identifikace kauzálních faktorů. (8)

Analýza metodou stromu poruch byla vyvinuta pro potřeby elektrotechniky, poruch je to deduktivní technika, zaměřuje se na jednu určitou nehodu nebo velké selhání systému a ozřejmuje metodu pro stanovení příčin takové události. Strom poruch je grafický model, který zobrazuje různé kombinace poruch zařízení a lidských chyb, které mohou vyústit ve vážnou systémovou poruchu, která nás zajímá (tzv. vrcholová událost – Top Event). Identifikují se kombinace základních poruch zařízení a lidských



chyb vedoucích k nehodě. To analytikovi umožňuje zaměřit se na preventivní nebo zmírňující opatření týkající se významných základních příčin tak, aby byla snížena pravděpodobnost vzniku nehody.

Cílem metody je nalezení kombinací poruch zařízení a lidských chyb, které mohou vyústit v nehodu. Analýza FTA se využívá v situacích, kdy jiná technika analýzy zdrojů rizika (např. HAZOP) vypíchla důležitou nehodu, která vyžaduje detailnější analýzu. Výsledkem metody je logický model poruch systému. Použití Booleanových logických hradel (např. AND, OR) pro popis způsobu, jak mohou být selhání systému a lidské chyby zkombinovány, aby zapříčinily velkou systémovou poruchu. Obvykle je řešen každý logický model za účelem vytvoření seznamu poruch nazývaný minimální kritické řezy, které mohou vyústit ve vrcholovou událost. Tyto seznamy minimálních kritických řezů mohou být kvantitativně seřazeny podle čísel a typu poruch v každém kritickém řezu (např. selhání hardware, lidské chyby). Výskyt více poruch znamená menší pravděpodobnost a menší počet poruch znamená větší pravděpodobnost výskytu. Kontrola takových seznamů minimálních kritických řezů odhaluje slabiny projektu nebo provozování systému, podle kterých je vytvořen návrh alternativ možných bezpečnostních vylepšení. Sestavení stromu poruch pro kterýkoliv systém je velmi náročné na čas, znalosti a zkušenosti. Použití techniky FTA vyžaduje detailní porozumění tomu, jak organizace nebo systém fungují, detailní porozumění nákresům a postupům, detailní znalost způsobů selhání komponent a účinků takových selhání. Organizace, které chtějí provést FTA, by měly pro záruku účinné a vysoce kvalitní analýzy použít služeb dobře trénovaných a zkušených analytiků. Modely by měly být překontrolovány inženýry, operátory a ostatními personálem, kteří mají provozní zkušenosti se systémy a zařízením, které jsou předmětem analýzy.

Před zahájením analýzy je nutno řešit tyto úkoly:

1. Přesně definovat analyzovanou – tzv. vrcholovou událost (Top Event).
2. Popsat sledované události. Jaké okolnosti, podmínky musí nastat, aby takové události došlo.
3. Stanovit okolnosti, které se při analýze nebudou brát do úvah.
4. Stanovit fyzikální hranice systému. Které části systému (ještě) vezmeme do úvahy při sestavování stromu poruch.
5. Popsat uvažovaný stav systému.
6. Definovat úroveň podrobnosti analýzy.

V dalších krocích se hledají možnosti předzvěsti vrcholové události, poruchy v jednotlivých subsystémech. Tato fáze analýzy je náročná na čas, znalosti a zkušenosti. Postupuje se tak, že se hledají dílčí události, které přispívají, vedou k vrcholové události. Závažným krokem je posouzení logického vztahu mezi dílčími událostmi a událostí vrcholovou tj. přiřazení logického funktoru. Pokud k vrcholové události dojde jen v případě současného výskytu všech dílčích událostí, jde o logický funktor,



operátor „and“. Pokud má dílčí událost za následek vrcholovou událost, jde o logický operátor „or“. (17)

Aplikace FTA:

Popis systému (pochopení fungování systému) – odhalení zdrojů rizika (určení vrcholové události) – konstrukce stromu poruch (vývoj logiky poruch, užití AND a OR hradel, pokračování dolů k základním událostem) – kvalitativní průzkum struktury (analýza minimálních kritických řezů, porozumění všem poruchovým módům, kvalitativní seřazení importací, citlivost k poruchám se společnou příčinou – kvantitativní vyhodnocení stromu poruch (frekvence vrcholové události, Booleanovský přístup nebo přístup hradlo za hradlem).

Strom poruch je logický diagram, který ukazuje, jak může systém selhat. Obvykle se postupuje shora dolů. Je vybrána nežádoucí událost, která se stane vrcholovou událostí a u které se identifikují nezbytné a dostačující příčiny spolu s jejich logickými vztahy. Aby toho analytik dosáhl, ptá se: „Jak se to mohlo stát?“ nebo „Jaké jsou příčiny této události?“. Tento proces deduktivního usuzování pokračuje, dokud se analytik nedomnívá, že bylo dosaženo dostatečného rozlišení, aby to stačilo pro pozdější přidělování pravděpodobnosti nebo frekvencí základním událostem. (12)

Analýza stromu poruch je užitečná jak při navrhování nových výrobků, služeb nebo při projednávání zjištěných problémů v existujících výrobcích či službách. Analýza může být použita k optimalizování procesu a cílů. Jako součást zlepšování procesů, může být použita k identifikování příčiny problémů a navrhnutí nápravných opatření a protiopatření. Analýza FTA je také dobrý způsob, jak identifikovat chyby při plánování jakosti. (18)

Možné oblasti využití

Analýzu FTA lze využít k zjištění cesty k původní příčině selhání. Lze ji uplatnit při šetření stížností nebo odchylek, kdy umožňuje úplné pochopení jejich původních příčin a zajišťuje, že zamýšlené zlepšení plně vyřeší otázku a nepovede ke vzniku dalších problémů (tj. vyřeší jeden problém, ale vyvolá další). Analýza FTA představuje účinný nástroj pro vyhodnocení toho, jak několik různých faktorů ovlivňuje daný problém. Výstup analýzy FTA zahrnuje vizuální znázornění způsobů selhání. Je užitečný jak pro posouzení rizik, tak pro rozvoj programů sledování. (8)

#### **2.2.2.6 Analýza stromu událostí (ETA – Event Tree Analysis) - kvalitativní,**

Strom událostí je logický graf, který popisuje rozvoj události. Vývoj událostí od konečné události k příčinám. Je to tedy metoda induktivní. Získá se informace o tom, kdy se porucha objeví a jaká je její pravděpodobnost.

Obvyklý postup při analýze pomocí stromu událostí:

1. identifikace sledované události,



2. identifikace bezpečnostních funkcí předcházejících této události,
3. sestavení stromu událostí,
4. vyhodnocení logického grafu a možných následků. (5)

Jsou-li dostupná vhodná data, lze přistoupit k vyhodnocení pravděpodobnosti konečné události. Takto lze stanovit pravděpodobnost nezvratné posloupnosti poruch a navrhnout úpravy vedoucí ke zlepšení.

Strom událostí systematicky pokrývá časové sekvence vývoje události, série činností bezpečnostního systému a zásahů operátora, systémy zabraňují vzniku nehodové události = před-nehodová aplikace, řada možných koncových stavů, následků post-nehodová aplikace.

#### Aplikace metody ETA

Oba druhy aplikací se doplňují (FTA, ETA): post-nehodový strom událostí může být připojen do těch větví před-nehodového stromu událostí, jejichž výsledkem je selhání systému. Pro rozvětvení některých uzlů stromu událostí se používá strom poruch.

Konstrukce stromu událostí se provádí zleva doprava směrem od iniciační události k jednotlivým projevům postupným přidáváním všech důležitých bezpečnostních funkcí nebo událostí. Každá větev stromu událostí představuje samostatnou sekvenci událostí a koncový stav. (19)

Strom událostí začíná s iniciující událostí, jako je například selhání komponenty, zvýšení teploty a tlaku, nebo uvolňování nebezpečných látek. Důsledky této události jsou sledovány přes řadu možných cest. Každé cestě je přiřazena pravděpodobnost vzniku a pravděpodobnosti jednotlivých možných výsledků lze vypočítat. (20)

Induktivní systematický postup rozvíjí iniciační událost postupnými logickými kroky, posuzuje odezvy bezpečnostních systémů operátorů na iniciační událost a určuje možné koncové stavy této nehody.

Výsledkem analýzy je logický graf rozvoje iniciační události a scénáře možné nehody, tj. soubor poruch nebo chyb, které vedou k nehodě, popis možných koncových stavů nehody, pravděpodobnostní hodnocení scénáře s ohledem na různé možné následky.

Používá se pro analýzu složitých procesů s několika úrovněmi bezpečnostních systémů a pro postupy pro případ nouze. Cílem metody je identifikace různých nehod, které se mohou objevit u složitého procesu.

#### Postup:

1. identifikace sledované iniciační události

Iniciační událost je charakteristická tím, že představuje poruchu některého systému, poruchu zařízení nebo i chybu člověka. Pokud má iniciační událost bezprostřední



následek je vhodnější použití metody FTA pro odhalení příčin poruch. Analýza stromem událostí nachází uplatnění v případech, kdy rozvoji iniciační události brání instalované systémy nebo předem přijatá opatření, které zmírňují možné následky.

## 2. identifikace bezpečnostní funkce bránící šíření iniciační události

Mezi systémy s bezpečnostní funkcí patří především: systémy automatického odstavení, varovná signalizace pro obsluhu, zásah operátora po varovném signálu nebo na základě přepisů, systémy zmírňující následky událostí, bariéry a prostředky omezení následků iniciační události.

## 3. sestavení stromu událostí

Sestavení stromu událostí vychází z iniciační události. Bezpečnostní funkce je nutno identifikovat ve správném chronologickém pořadí, ve kterém se podílejí na zmírňování následků případné události. Při sestavování stromu událostí je nutno kvalifikovaně posoudit, zda bezpečnostní funkce ovlivní průběh událostí.

Pokud dojde k ovlivnění události, sestrojí se větve pro úspěšný a neúspěšný zásah uvažovaného bezpečnostního systému. Obvykle je úspěšný zásah reprezentován horní větví a neúspěšný zásah spodní větví grafu. Pokud nedojde k ovlivnění průběhu iniciační události, graf se nevětví a zvažuje se funkce dalšího bezpečnostního systému. Každé větvení zakládá novou větev, novou sekvenci událostí.

## 4. vyhodnocení logického grafu a možných následků

Úplný sestavený logický graf umožňuje pravděpodobnostní hodnocení vývoje událostí. Vstupními hodnotami jsou pravděpodobnosti pro úspěšný či neúspěšný zásah bezpečnostního systému. Vyhodnocením se získají pravděpodobnosti uvažovaných konečných stavů. Takto lze stanovit pravděpodobnost nevratné posloupnosti poruch.

(17)

### **2.2.2.7 Analýza příčin a následků (CCA – Cause-Consequence Analysis) – kombinace FTA a ETA,**

Analýza příčin a dopadů je směs analýzy stromu poruch a analýzy stromu událostí. Tato metoda kombinuje analýzu příčin a analýzu následků. Největší předností CCA je její použití jako komunikačního prostředku: diagram příčin a dopadů zobrazuje vztahy mezi koncovými stavy nehody a jejich základními příčinami. Protože grafická forma, jež kombinuje jak strom poruch, tak strom událostí do stejného diagramu, může být hodně detailní, užívá se tato technika obvykle nejvíce v případech, kdy logika poruch analyzovaných nehod je poměrně jednoduchá. Jak už napovídá název, účelem analýzy příčin a dopadů je odhalit základní příčiny a dopady možných nehod. Analýza příčin a dopadů vytváří diagramy s nehodovými sekvencemi a kvalitativními popisy možných koncových stavů nehod. (4) (21)

Největší předností CCA je její použití jako komunikačního prostředku, diagram příčin a následků zobrazuje vztahy mezi koncovými stavy nehody a jejich základními





příčinami. Protože grafická forma, jež kombinuje jak strom poruch, tak strom události do stejného diagramu, může být hodně detailní, užívá se tato technika obvykle nejvíce v případech, kdy logika poruch analyzovaných nehod je poměrně jednoduchá.

Analýza příčin a následků vytváří diagramy s nehodovými sekvencemi a kvalitativními popisy možných koncových stavů nehod. (7)

#### **2.2.2.8 Analýza bezporuchové činnosti (spolehlivosti) člověka (HRA – Human Reliability Analysis).**

Analýza lidské spolehlivosti je postup pro posouzení vlivu lidského činitele na výskyt nehod, havárií apod. či některých jejich dopadů. Koncept analýzy lidské spolehlivosti směřuje k systematickému posouzení lidského faktoru a lidské chyby. Ve své podstatě metoda přísluší do zastřešující kategorie konceptu předběžného posouzení PHA. Zahrnuje přístupy mikroergonomické (člověk – stroj) a makroergonomické (člověk – technologie). Analýza HRA má těsnou vazbu na pracovní předpisy především z hlediska bezpečnosti práce. Uplatnění metody HRA musí vždy tvořit integrovanou součást bezpečnosti provozu a lidského faktoru v mezních situacích různých havarijních scénářů, tzn. paralelně a nezávisle s další metodou rizikové analýzy.

Výhodou metody HRA je poskytnutí kvantitativního odhadu možných lidských chyb, identifikuje slabá místa v operátorském rozhraní se systémem, prokazuje kvantitativně zlepšení v oblasti lidských rozhraní, zlepšuje systém hodnocení podle prvků včetně lidského, ukazuje kvantitativní predikce lidského chování. (22)

Analýza lidské spolehlivosti je systematické hodnocení faktorů, které ovlivňují výkonnosti operátorů, údržbářů, techniků a ostatního personálu organizace. Analýza lidské spolehlivosti může být také použita ke stopování příčin lidských chyb. Analýza lidské spolehlivosti se obvykle provádí ve spojení s jinými technikami hodnocení zdrojů rizika.

Účelem analýzy lidské spolehlivosti je identifikovat potenciální lidské chyby a jejich účinky nebo identifikovat příčiny lidských chyb.

Analýza HRA vyjmenovává chyby, které se mohou vyskytnout během normálního nebo nouzového provozu, faktory přispívající k takovým chybám a navrhované změny systému pro snížení pravděpodobnosti takových chyb. Taková analýza v sobě zahrnuje identifikování vzájemných vztahů systému ovlivněných jednotlivými chybami a seřazení těchto chyb ve vztahu k ostatním na základě pravděpodobnosti výskytu nebo závažnosti následků. (7)

##### **2.2.2.8.1 Analýza a vnímání rizika – Ergonomie**

„Ergonomie je vědecká disciplína založená na porozumění interakcí člověka a dalších složek systému. Aplikací vhodných metod, teorie i dat zlepšuje lidské zdraví, pohodu i výkonnost.“ – definice Mezinárodní ergonomické společnosti (IEA) Ergonomii můžeme také definovat jako multidisciplinární vědecký obor zabývající se vytvářením pracovních míst, zařízení, strojů, náradí, výrobků, pracovního prostředí a pracovních systémů v interakci s lidským fyzickým, fyziologickým, biomechanickým a psychologickým potenciálem. Synonymy k termínu ergonomie rozumíme ty, které



jsou častěji užívané např. USA a Kanadě. Jedná se o termíny jako „Human Factors“, „Human Factors Engineering“, „Human Engineering“, „Engineering Psychology“ nebo také „Fitting the task to the individual“ (přizpůsobení práce člověku).

Samotná analýza rizik při práci vychází ze systematického sledování (monitorování) všech faktorů pracovního prostředí a pracovních podmínek z hlediska zátěže lidského zdraví těmito faktory a jejich možného škodlivého vlivu na zdraví a bezpečnost pracovníků při práci. Předpovídá možnost vzniku pracovních úrazů, nemocí z povolání či jiných poškození zdraví souvisejících s prací a pracovními podmínkami (např. nemocí spojených s prací). Součástí této činnosti je posouzení návrhů na opatření k omezení nebo vyloučení rizik včetně kontroly a hodnocení přijatých opatření.

Hlavní zásady pro analýzu zdravotních rizik při práci:

- provádění analýz všech známých rizik dané práce, ne jenom některých či vybraných rizik,
- analýza rizik musí vycházet zejména z objektivních měření a zjištění,
- analýza rizik je založena na hodnocení expozic (v úvahu se bere nejen objektivně zjištěná hodnota zátěže faktory pracovního prostředí, ale i doba, po kterou je v práci člověk této zátěži vystaven; tento přístup vyžaduje detailní znalost jednotlivé posuzované práce a všech činností, které obsahuje - profesigramu),
- teprve po analýze rizik je možné provést porovnání s požadavky legislativy a navrhnout zařazení práce do jednotlivých dílčích kategorií dle faktorů a souhrnně do výsledné kategorie; práce spojená s expozicí několika faktorům se zařadí do kategorie odpovídající nejnepríznivěji hodnocenému faktoru,
- znalost legislativy a postupů z nich vyplývajících – legislativa (vyhláška č. 181/2015 Sb.) administrativně omezuje analýzu rizik tím, že některé kategorie u některých faktorů nedefinuje (například čtvrtou kategorií u fyzické zátěže a u jiných faktorů), neuvádí seznam příkladových prací, jejichž povaha neumožňuje zařazení do kategorií (v některých zemích je zdravotní charakteristika profese základem pro provádění preventivních lékařských vyšetření).

Pojmy ve vztahu k ochraně zdraví při práci jsou v České republice definovány legislativně. (zejména zákon č. 258/2000Sb., o ochraně veřejného zdraví, ve znění pozdějších předpisů, vládní nařízení č. 178/2001 Sb., o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů, ve znění zákona č. 274/2003 Sb., zákona č. 392/2005 Sb. a zákona č. 222/2006 Sb. k provedení § 37 odst. 1, § 39 odst. 3 a 4 a § 41 odst. 1 zákona).

### **2.2.3 ANALYTICKÉ METODY A POSTUPY ZALOŽENÉ NA PRAVDĚPODOBNOSTNÍM PŘÍSTUPU**

Skupina metod a postupů, které jsou jediné schopny hodnotit rizika kvantitativně (číselně). Obdobně jako u metod 2. kategorie se na základě provedených analýz





vzniku a rozvoje nebezpečné události sestavuje seznam všech primárních jevů (poruch komponent, systémů, chyb obsluhy, nepříznivých externích vlivů atd.), které samostatně nebo v kombinacích vedou ke vzniku nebezpečné události. K primárním jevům jsou přiřazeny pravděpodobnosti jejich výskytu a vypočítává se pravděpodobnost vzniku nebezpečné události. K nejznámějším a nejpoužívanějším analytickým metodám a postupům, které pracují s pravděpodobnostním hodnocením, náleží:

- Analýza stromu poruch/událostí – kvantitativní (Fault/Event Tree Analysis),
- a metody a postupy, založené na využití aparátu (teorie) blokových diagramů (RBD), orientovaných grafů a Markovských procesů (MA).

Mezi nejpoužívanější metody této skupiny náleží zejména kvantitativní metoda FTA, často v kombinaci s metodou ETA. Pro počítačovou podporu jejich aplikace je vyvinuta a nabízena řada SW produktů od profesionálních softwarových firem včetně databází hodnot ukazatelů pravděpodobnosti poruch nejtypičtějších a nejobvyklejších komponent technologických, řídicích a elektrických systémů.

Analytické metody a postupy založené na pravděpodobnostním přístupu začaly být systematictěji využívány nejdříve v jaderné energetice a to pod souhrnným označením pravděpodobnostní hodnocení bezpečnosti/rizika (PSA/PRA - Probability Safety/Risk Assessment), resp. PSA/PRA studie, zejména pro stanovení pravděpodobnosti úniku radioaktivních látek a jeho následků (PSA studie 1. - 3. stupně).

V dalších nebezpečných průmyslových oborech se pro využívání těchto metod a postupů častěji používá označení kvantifikované hodnocení rizika (QRA - Quantified Risk Assessment), v chemickém průmyslu je aplikace těchto metod a postupů označována jako kvantifikovaná analýza rizik chemických procesů (CPQRA - Chemical Process Quantitative Risk Analysis). Volba technik analýz a hodnocení rizika je obecně dána složitostí řešeného problému, úrovní podrobnosti analýzy, dostupností SW produktů pro jejich podporu a dostupností údajů.

#### **2.2.3.1 Metoda pravděpodobnostního hodnocení - Probabilistic Safety Assessment - PSA**

Metoda byla původně vyvinutá pro výpočet pravděpodobností vnějších událostí, např. pád letadla, později byla využívána pro vytvoření scénářů hypotetických havárií, které by mohly mít za následek vážné poškození aktivní zóny reaktoru jaderné elektrárny a odhadu četnost takových nehod. Metoda se používá k posouzení velikosti úniku radioaktivních látek z reaktoru v případě nehody, stejně jako dopadu těchto úniků na veřejnost a životní prostředí. Touto analýzou lze zjistit nejen slabiny, ale i silné stránky bezpečnosti a tím napomoci při sestavování priorit a zaměření se na body označené jako nejcitlivější z hlediska toho jak mohou přispět ke zlepšení bezpečnosti zařízení. Metoda PSA se používá jak během navrhování a provozní fáze jaderné elektrárny tak k identifikování a analyzování možných situací a sledu událostí, které by mohly mít za následek vážné poškození aktivní zóny.



Metoda stanovuje příspěvky jednotlivých zranitelných částí k celkové zranitelnosti celého systému. Metodika PSA se skládá z pochopení systému jaderného zařízení a ze shromáždění relevantních dat o jeho chování při provozu; identifikace iniciačních událostí a stavů poškození jaderného zařízení; modelování systémů a řetězců událostí pomocí metodiky založené na logickém stromu; hodnocení vztahů mezi událostmi a lidskými činnostmi, vytvoření databáze dokumentující spolehlivost systémů a komponent.

Části PSA:

1. úvodní částí je pravděpodobnostní posouzení iniciační události, která je zaměřená na identifikaci a odhad frekvence iniciační události, která by mohla vést k těžkým poškozením aktivní zóny, jako důsledek buď selhání systému bezpečnosti nebo lidské chyby.
2. hodnocení spolehlivosti systémů konstruovaných ke splnění požadavků na bezpečnost.
3. identifikace a posouzení sekvence událostí, které by mohlo vést k vážné nehodě.

Při aplikaci metody mohou vzniknout nejistoty způsobené např.: nekomplexními údaji, nejistotou ohledně údajů, nejistotou spojenou s modelováním předpokladů, které nelze jednoduše vyčíslit.

Výhodou PSA je, že určuje oblasti, o který je potřeba se dozvědět více. (23)

#### **2.2.3.2 Kvantitativní posouzení rizika chemického procesu - Chemical Process Quantitative Risk Analysis – CPQRA**

Je jednou z nejpropracovanějších metod, představující komplexní bezpečnostní studii. Původně byla vyvinutá pro chemické provozy. Klade značné nároky na kvalifikaci zpracovatelů a čas zpracování. (3)

#### **2.2.3.3 Analýza kvantitativních rizik procesu - Process Quantitative Risk Analysis – QRA**

Kvantitativní posuzování rizika je systematický a komplexní přístup pro predikci odhadu četnosti dopadů nehod pro zařízení nebo provoz systému. Analýza kvantitativních rizik procesu je koncept, který rozšiřuje kvalitativní metody hodnocení rizik o číselné hodnoty. Algoritmus využívá kombinaci s jinými známými koncepty a směřuje k zavedení kritérií pro rozhodovací proces, potřebnou strategii a programy k efektivnímu zvládání rizika. Vyžaduje náročnou databázi a počítačovou podporu. (4)

### **2.3 Použití jednotlivých metod**

Některé techniky, jako jsou kontrolní seznamy a analýza typu „co se stane, když“, se mohou použít v počátečních etapách životního cyklu systému, kdy je k dispozici málo informací, nebo v pozdějších etapách, jestliže je zapotřebí méně podrobná analýza. Při analýze PHA se



požaduje více podrobností o uvažovaném systému, ale metoda umožňuje získávat obsáhlejší informace o nebezpečích a chybách v projektu systému.

Metody analýzy rizik (např. FMEA, FMECA, FTA, HACCP, HAZOP, PHA aj.) se používají rovněž v řízení rizik pro jakost (Quality risk management, QRM).

QRM je systematický proces posuzování, kontroly, sdělování a přehodnocování rizik jakosti léčiva po celou dobu jeho životního cyklu.

Metody RR, PHA, W-I jsou metody nesystematické naopak metoda HAZOP a FMEA patří mezi metody systematické.

Použití veškerých metod analýzy rizik nekončí jejich jednorázovou aplikací, ale neméně podstatnou částí je jejich aktualizace, podstatné je rovněž mít kvalitní personální obsazení, dostatek kvalitních podkladů, podporu managementu organizace a ochotu aplikovat získané informace v praxi. Některé z metod analýzy rizik mají přesně specifikovanou podobu, jiné umožňují volnější aplikaci, rovněž jsou některé metody vhodnější pro předvýrobní etapy, některé umožňují rychlé získání informací, jiné jsou podrobnější, zdlouhavější a náročnější. Většina metod byly vyvinuté pro konkrétní odvětví a postupně našla uplatnění i v mnoha dalších. Z výše uvedeného vyplývá, že při výběru vhodné metody je potřeba zvážit mnoho aspektů a rovněž je výběru vhodné metody potřeba věnovat patřičnou pozornost.

Přehled některých metod analýzy rizik a jejich použití v jednotlivých etapách života zařízení

|                          | SA | CL | RR | PHA | W-I | W-I/CL | HAZOP | FMEA | FTA | ETA | CCA | RA |
|--------------------------|----|----|----|-----|-----|--------|-------|------|-----|-----|-----|----|
| Výzkum a vývoj           | ◦  | ◦  | ●  | ●   | ●   | ◦      | ◦     | ◦    | ◦   | ◦   | ◦   | ◦  |
| Koncepční návrh          | ◦  | ●  | ●  | ●   | ●   | ●      | ◦     | ◦    | ◦   | ◦   | ◦   | ◦  |
| Poloprovoz               | ◦  | ●  | ◦  | ●   | ●   | ●      | ●     | ●    | ●   | ●   | ●   | ●  |
| Detailní engineering     | ◦  | ●  | ◦  | ●   | ●   | ●      | ●     | ●    | ●   | ●   | ●   | ●  |
| Konstrukce/<br>Najíždění | ●  | ●  | ◦  | ◦   | ●   | ●      | ◦     | ◦    | ◦   | ◦   | ◦   | ●  |
| Běžný provoz             | ●  | ●  | ●  | ●   | ●   | ●      | ●     | ●    | ●   | ●   | ●   | ●  |
| Rozšíření/<br>Modifikace | ●  | ●  | ●  | ●   | ●   | ●      | ●     | ●    | ●   | ●   | ●   | ●  |
| Vyšetřování<br>události  | ◦  | ◦  | ◦  | ◦   | ●   | ◦      | ●     | ●    | ●   | ●   | ●   | ●  |
| Vyřazení z<br>provozu    | ●  | ●  | ◦  | ◦   | ●   | ●      | ◦     | ◦    | ◦   | ◦   | ◦   | ◦  |

◦ Metoda používaná buď výjimečně nebo nevhodná metoda

● Metoda běžně používaná

Tabulka 3- přehled metod analýzy rizik a jejich použití v jednotlivých metodách



### 3 Systémové a procesní ukazatele kvality a jejich vliv na vymezení přijatelné úrovně rizika

#### 3.1 Definice ukazatele

V této části práce budou uvedeny některé základní pojmy související s ukazateli a následně bude provedena jejich obecná klasifikace.

Ukazatelé se používají pro reprezentování dat vzniklých při analýze struktury organizace a její části. Pojem ukazatel je možné vymezit několika způsoby, uvedeme si širší definici pro tento pojem.

- Ukazatel: Jedná se o obecné vyjádření určitého jevu, které nám podává zprostředkovaný obraz o zkoumané skutečnosti. Každou skutečnost je možné popsat pomocí vyjádření a zachycení jedné nebo několika jejích charakteristik. Tyto charakteristiky vyjadřujeme právě pomocí ukazatelů. Například u výrobního stroje je možné sledovat jeho výkonnost, kterou můžeme zprostředkovaně vyjádřit pomocí ukazatele počet výrobků za minutu. Místo termínu ukazatel se někdy používají i pojmy měřítko, metrika nebo údaj.

- Hodnota ukazatele: Pokud již máme ukazatel, pak k jím ztělesněné charakteristice můžeme přiřadit konkrétní hodnotu vyjadřující např. skutečný počet výrobků za minutu, tedy skutečnou výkonnost stroje. Hodnota ukazatele tedy představuje vyjádření zkoumané charakteristiky pro konkrétní subjekt nebo objekt, na němž ji zkoumáme. K tomuto vyjádření je ovšem potřebné definovat způsob, jakým budeme konkrétní hodnoty zjišťovat. Proto musí mít každý ukazatel také svoji konstrukci.

- Konstrukce ukazatele: Představuje obvykle určitý matematický vzorec, podle kterého budou vypočítávány konkrétní hodnoty ukazatele. Například pro zmíněnou výkonnost stroje můžeme použít měření pomocí stopek a počítat jednotlivé vyrobené kusy, nebo také můžeme na konci měsíce zjistit z odpovídajících zdrojů celkový počet vyrobených kusů, a celkovou dobu chodu stroje v minutách, a jejich podělením následně opět získáme požadovaný ukazatel počet výrobků za minutu. (24)

#### 3.2 Získání hodnoty ukazatele

Základní podmínkou použitelnosti ukazatele je získání hodnoty za pomoci vhodného postupu měření. Pojem měření můžeme charakterizovat jako soubor operací ke stanovení hodnoty určité veličiny v daných jednotkách. Z uvedených rozlišení mezi jednotlivými druhy ukazatelů vyplývají následující nejběžněji používané měřicí jednotky, které mohou být výstupem (hodnotami) ukazatelů: (25)

- fyzikální – běžně se používají zejména jednotky, které jsou zařazené do tzv. Mezinárodní soustavy jednotek SI, a které jsou většinou běžně známé (např. sekunda, kilogram, metr apod.)

- naturální – obvykle obsahují všechny fyzikální jednotky, navíc mohou vyjadřovat například počet kusů apod.



- někdy se jako tzv. zvláštní skupiny měřících jednotek označují například jednotky vyjadřující čas, procenta ze základu, smíšené jednotky (např. km/h) a jednotky bezrozměrné (např. hodnoty indexů)

Měření je možné dále rozdělit na dvě základní skupiny:

- technická měření – při nich se zjišťují veličiny, které obvykle souvisejí s hmotnými výsledky určitého souboru činností (procesu), tj. zejména s výrobky. Měřit je tak možné například jejich rozměry, různé vlastnosti materiálů, z kterých jsou vyrobeny, jejich výkon apod.
- systémová měření – tato měření mají klíčový význam právě z hlediska používaných ukazatelů při hodnocení výkonnosti organizace, protože umožňují určitým způsobem kvantifikovat zejména nehmotné výsledky práce managementu a ostatních zaměstnanců, a jejich měření tak má zásadní význam pro další rozhodování manažerů na různých úrovních řízení organizace.

Systémová měření mohou mít různou podobu od velmi intuitivního zachycení zkoumané skutečnosti po velmi složité metody výpočtu. Přesnost měření je dána zejména tím, jak jasné se pozorovateli jeví vymezení zkoumaného jevu a jak viditelně se tento jev navenek projevuje. Není proto vždy možné získávat takové údaje, které by co nejvěrněji vypovídaly o skutečnosti, kterou se snažíme zachytit například pomocí různých nefinančních ukazatelů. Přesto je možné vymezit celou řadu požadavků na systémová měření zajišťující jejich maximální objektivitu a tím i maximální vypovídací schopnost souvisejících ukazatelů:

- validita výsledků (jejich obecná akceptovatelnost)
- úplnost, tzn. postižení všech souvisejících aspektů zkoumaného jevu
- dostatečná podrobnost, zejména ve vztahu k počtu dílčích měření
- požadavek odhalit měřením nedostatky ve výkonnosti
- dostatečná četnost měření
- správné načasování měření
- požadovaná přesnost a efektivnost (zejména ve vztahu k náročnosti měření)
- stálost v čase a možnost převodu získaných údajů na srovnatelnou základnu
- snadná interpretovatelnost a srozumitelnost výsledků
- odpovědnost za průběh měření a získané výsledky
- důvěra uživatelů dat z měření k těm, kteří měření provádějí (25)

### **3.2.1 Klíčové ukazatele pro měření výkonnosti**

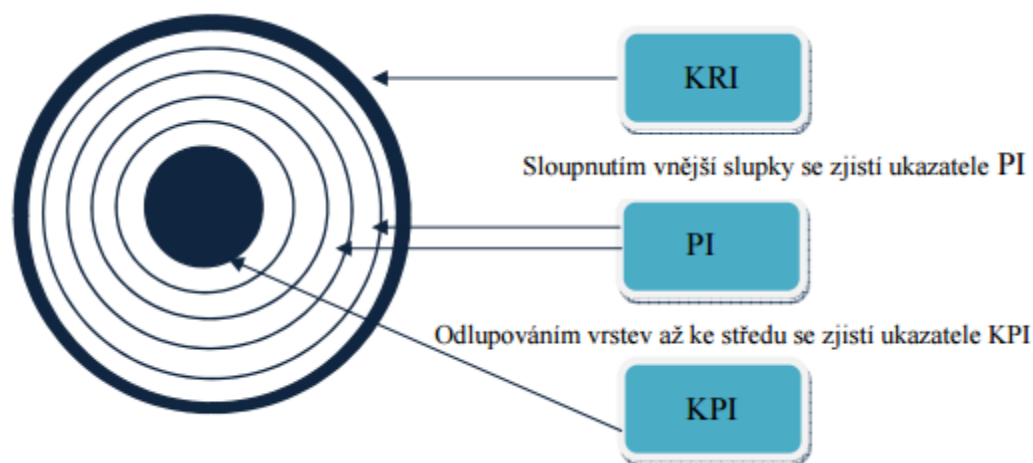
Mnoho organizací pracuje se špatnými měřítky, z nichž mnoho je nesprávně nazývaných klíčovými ukazateli výkonnosti (KPI – Key performance indicator). Ve skutečnosti však velmi málo organizací monitoruje své správné klíčové ukazatele výkonnosti. Důvodem toho



je, že velmi málo organizací, organizačních lídrů, pisatelů odpovědných osob a poradců zkoumá, co to klíčový ukazatel výkonnosti vlastně je. Existují tři typy měřítek výkonnosti:

- Klíčové ukazatele výsledků (KRI – Key result indicator) – Vypovídají o prosperitě organizace.
- Ukazatele výkonnosti (PI- Performance indicator) – Vypovídají o tom, co je třeba udělat.
- Klíčové ukazatele výkonnosti (KPI - Key performance indicator) – Vypovídají o tom, co je třeba udělat pro dramatické zvýšení výkonnosti.

Mnoho měřítek výkonnosti používaných v organizacích je tudíž nevhodnou kombinací těchto tří typů. Pro popsání vztahu těchto tří měřítek lze použít podobnost s cibulí. Vnější slupka popisuje celkový stav cibule, množství slunce, vody a výživných látek, které cibule přijala, a jak se s ní zacházelo od sklizně až po uložení na polici v supermarketu. Jakmile však sloupneme vrstvy cibule, dozvíme se více informací. Vrstvy představují různé ukazatele výkonnosti, její střed vyjadřuje klíčové ukazatele výkonnosti.



Obrázek 1- Typy měřítek výkonnosti (30)

### 3.2.2 Klíčový ukazatele výsledků KRI

“Klíčové ukazatele výsledků jsou měřítka, která jsou často mylně považována za klíčové ukazatele výkonnosti zahrnující:

- spokojenost zákazníka
- čistý zisk před zdaněním
- rentabilitu zákazníků
- spokojenost zaměstnanců
- výnos z vloženého kapitálu.

Společným charakteristickým znakem těchto měřítek je, že jsou výsledkem mnoha činností. Poskytují jasný obraz o tom, zda se pohybujete tím správným směrem. Nic však nevypovídají o tom, co musíte udělat, abyste zlepšili své výsledky. Takže klíčové ukazatele výsledků





poskytují informace, které jsou optimální pro představenstvo (tj. pro ty, kteří nejsou zapojeni do každodenního managementu). Vhodnou analogií je měřič rychlosti automobilu. Představenstvo bude chtít pouze vědět, jakou rychlostí dané auto jede. Vedení však potřebuje znát více informací, poněvadž jízdní rychlost je kombinací toho, jaká je v automobilu převodovka a jaký je počet otáček motoru za minutu. Vedení by se mohlo dokonce soustředit na zcela odlišná měřítka, např. jak ekonomicky se automobil chová (počet mil km na plnou nádrž) nebo jak horký je motor při provozu. To jsou dvě zcela odlišná měřítka a jsou to ukazatele výkonnosti nebo by to dokonce mohly být klíčové ukazatele výkonnosti. (30)

### 3.2.3 KPI - Klíčové ukazatele výkonnosti

Klíčové ukazatele výkonnosti představují soubor měřítek zaměřených na ta hlediska výkonnosti organizace, která jsou nejkritičtějšími pro současný a budoucí úspěch organizace. Sedm charakteristik KPI

1. nefinanční měřítka (nevyjadřují se v penězích)
  2. měřeno opakovaně (např. denně, 24 h/7 dní v týdnu)
  3. zabývá se tím generální ředitel a tým vrcholového vedení
  4. pochopení tohoto měřítka a opatření k nápravě se požaduje u všech zaměstnanců
  5. váže to odpovědnost k jednotlivci nebo k týmu
  6. značný dopad (např. ovlivňuje většinu hlavních kritických faktorů úspěchu a více než jedno hledisko balanced scorecard)
  7. pozitivní dopad (např. pozitivním způsobem ovlivňuje všechna ostatní měřítka výkonnosti).
- Jestliže k nějakému měřítku přiřadíte jediný dolar, přeměníte jej na ukazatel výsledku (např. denní tržby jsou výsledkem činností, které se prováděly za účelem vytvoření tržby). Klíčový ukazatel výkonnosti leží mnohem hlouběji. Může se jednat o počet návštěv k navázání kontaktů s klíčovými zákazníky, kteří vytvářejí většinu výnosného obchodu.(30)

## 3.3 Implementace systémových ukazatelů do organizace

Rostoucí podíl ukazatelů v systémech a procesech řízení a vedení při hodnocení organizace v současné době souvisí zejména se zaváděním tzv. systémů managementu kvality, který je předpokladem konkurenceschopnosti. Tyto systémy soustředí hlavní pozornost managementu společnosti na maximální snahu naplňovat splnění požadavků zákazníka. V praxi se pak management jakosti rozvíjí v rámci několika koncepcí, z nichž jsou dnes nejvýznamnější především:

### 3.3.1 Koncepce ISO

Je v současné době zastoupena souborem norem ISO 9000. Tyto normy definují základní požadavky na systémy managementu jakosti jako například zaměření na zákazníka, zapojení zaměstnanců do činnosti společnosti, neustálé zlepšování nebo partnerství ve vztahu s dodavateli.



### 3.3.2 Balanced Scorecard

Do systému hodnocení organizace jsou zařazeny nejen ekonomické aspekty, ale ještě další pohledy (perspektivy): Vliv na zákazníka, změny v provozních procesech, změny v intelektuální úrovni zaměstnanců. Tento termín poprvé zavedl Kaplan a Norton. Balanced Scorecard popisuje, jak je třeba uceleněji měřit výkonnost. Je třeba pohlížet na výkonnost organizace z mnoha různých hledisek.

### 3.3.3 Model 7S organizace McKinsey

Předmětem hodnocení je 7 oblastí (strategie, struktura, systémy, sdílené hodnoty, schopnosti, spolupracovníci, styl)

### 3.3.4 Six Sigma

Nejpřesnější definice pojmu Six Sigma = je flexibilní a úplný systém dosahování, udržování a maximalizace obchodního úspěchu. Je založena na porozumění a očekávání zákazníků, správném používání dat, faktů a na detailní statistické analýze a na základě pečlivého přístupu k řízení, zlepšování a vytváření nových výrobních, obchodních a obslužných procesů.

Pojem Six sigma znamená strategii řízení, byla vyvinutá společností Motorola a nyní je typickou pro všechny úspěšné organizace posledních let s orientací na kvalitu. Dnes se používá ve všech možných odvětvích průmyslu.

Metoda Six sigma je podle některých autorů systém managementu jakosti v organizaci, jiní autoři označují Six Sigma jako nástroj popř. metodiku umožňující dosažení organizační úspěšnosti (Business Excellence). Věcně se Six Sigma dá považovat za nástroj, metodiku hodnocení úrovně jakosti. Má statistický základ a souvisí se způsobilostí procesů.

Ve svém základním přístupu je Six Sigma filosofie zabezpečování jakosti, která se dá stručně vyjádřit jako: „Jakost výrobku dodávaného zákazníkovi je zabezpečována procesy u dodavatele, které jsou tak způsobilé, že pravděpodobnost vzniku neshodného výrobku je zanedbatelně malá“. Jestliže pravděpodobnost vzniku neshodného výrobku je zanedbatelně malá, není nutné vytvářet komplikované postupy k jeho odhalení a zacházení s ním. Prevence vzniku neshodného výrobku přináší pro organizaci významné ekonomické efekty. Six Sigma pomáhá nejen nalézt cestu, jak měřit a analyzovat výkon vaší společnosti, ale také obsahuje návody, jak výkonnost a řízení společnosti zlepšovat.

Zavádění metody Six Sigma se skládá z několika fází a každá z nich vyžaduje investici a energii. Správné zavedení metody Six Sigma s sebou přináší zvýšení produktivity, obecně snížení nákladů (na výrobu, oprav atd.), růst podílu na trhu a s tím souvisí i udržení si zákazníků, návrh nových produktů a mnoho dalších.

Metoda Six Sigma je systém zlepšení, který si dává za cíl omezit výskyt chyby a dosáhnout úrovně „šest sigma“ (odtud název „Six Sigma“), což je 3,4 výskytu vad (chyb, neshod...) na milion příležitostí. Této úrovně zatím dosáhlo pouze pár firem. (31,32)

#### 3.3.4.1 Předpoklady hodnocení způsobilosti procesu

Obecnými předpoklady jsou myšleny všechny předpoklady, které musí být splněny u všech ukazatelů indexu způsobilosti. Hlavní obecné předpoklady jsou tyto:





- proces je stabilizován (všechny hodnoty sledovaného ukazatele leží uvnitř regulačních mezí daného regulačního diagramu)
- měření neobsahuje odlehlá pozorování
- správně stanovená tolerance

Z nutnosti získání stabilizovaného procesu vyplývá, že hodnocení způsobilosti je až posledním krokem v následující posloupnosti operací: nalezení všech vlivů, které ovlivňují kvalitu produktu, zjištění hlavních příčin (např. pomocí Paretovy analýzy nebo analýzy rozptylů), zajištění trvalé stability výrobního procesu pomocí regulačního diagramu a následně, je-li faktor stabilizován, provedeme hodnocení způsobilosti technologického procesu. V případě, že proces není stabilizován, můžeme taktéž provádět hodnocení, které se již nenazývá hodnocením způsobilosti, ale performance, u kterého posuzujeme aktuální stav bez možnosti předpovídat další vývoj. Výpočty pro nestabilizovaný proces jsou podobné jako u stabilizovaného procesu, pouze s některými modifikacemi. I přesto, že lze vypočítat hodnocení nestabilizovaného procesu, se jakékoliv hodnocení nedoporučuje provádět před jeho stabilizací. U atributů zjišťujeme způsobilost procesu podle počtu výrobků, které vyhovují danému ukazateli kvality. Relativní četnost špatných výrobků  $V$  vypočteme jako podíl počtu nevyhovujících výrobků mezi sledovanými k celkovému počtu sledovaných výrobků. Způsobilost  $C$  se poté vypočte jako  $1-V$  (případně vynásobíme 100, abychom získali výsledek v procentech). Tento ukazatel nemá obecně platnou minimální hodnotu, nejčastěji přijímaná úroveň je 98-99%. (33)

### 1. Index $C_p$

Index  $C_p$  je nejstarším a nejjednodušším vyjádřením míry dodržování regulačních mezí procesu. Vychází z předpokladu, že regulační meze LCL a UCL jsou určeny na základě stabilního procesu jako  $\pm 3s$ . Dostaneme-li hodnotu  $C_p \geq 1$ , můžeme říci, že proces vyhovuje předepsaným mezím. Avšak, je-li  $C_p \leq 1$ , musíme proces považovat za nezpůsobilý.

$$C_p = \frac{UCL - LCL}{6 \cdot \sigma}$$

$$C_p = \frac{UCL - LCL}{6 \cdot s}$$

,kde:

LCL - dolní regulační mez

UCL - horní regulační mez

$s$  - směrodatná odchylka

Nevýhodou tohoto indexu je fakt, že hodnotí pouze variabilitu procesu vzhledem k předepsaným mezím a nebere v potaz posunutí střední hodnoty proti předepsané úrovni. Nemáme-li střední hodnotu ve sledovaném procesu shodnou s předepsanou hodnotou, nemůžeme index  $C_p$  použít. (34)

Interval spolehlivosti indexu  $C_p$  na hladině  $\alpha$  můžeme odhadnout pomocí rozdělení  $\chi^2$  (chi-kvadrát).



$$\left( C_p^* \sqrt{\frac{x_{\alpha/2}^2 - (n-1)}{(n-1)}}; C_p^* \sqrt{\frac{x_{(1-\frac{\alpha}{2})}^2 - (n-1)}{(n-1)}} \right)$$

, kde  $x_{\alpha}^2$  (n) je  $\alpha$ - kvantil  $x^2$  rozdělení s n stupni volnosti.

Jelikož nejsme schopni určit skutečnou hodnotu  $C_p$ , musíme počítat s tím, že má libovolnou hodnotu mezi LCL a UCL a to i s předpokladem, že se  $C_p$  může rovnat právě spodní hranici. Vyjde-li nám tedy  $C_p$  například 1,2 s intervalem spolehlivosti (0,7; 1,25) musíme prohlásit proces za nezpůsobilý, jelikož spodní hranice je menší než 1 a my si nemůžeme být jisti, že  $C_p$  neklesá pod hranici 1.

## 2. $C_{pk}$

Index  $C_{pk}$  se od  $C_p$  liší tím, že v čitateli je menší ze vzdáleností střední hodnoty procesu od LCL, respektive UCL a můžeme ho použít i ve chvíli, kdy LCL a UCL jsou asymetrické.  $C_{pk}$  může být i záporný, je-li střední hodnota procesu mimo regulační meze a platí, že je přísnější (menší) než  $C_p$ . (34)

$$\widehat{C_{pk}} = \frac{\min(UCL - \bar{x}; \bar{x} - LCL)}{3 * s}$$

,kde:

$\bar{x}$  – výběrový průměr

LCL - dolní regulační mez

UCL - horní regulační mez

s - směrodatná odchylka

Odhad intervalu spolehlivosti je značně složitý z důvodu jeho nediferencovatelnosti a proto se používají přibližné výpočtové postupy, jako je například jednoduchý odhad Kushlera a Hurleyho, založený na aproximaci normálním rozdělením:

$$C_{pk} * \left(1 \pm \frac{z(1-\frac{\alpha}{2})}{\sqrt{2*n-2}}\right)$$

, kde  $z(\alpha)$  je  $\alpha$ - kvantil normálního rozdělení.

## 3. $C_{pm}$

Tento index obsahuje odchylku střední hodnoty procesu od předepsané hodnoty T jako součást variability. Předpokládá, že odchylka od předepsané hodnoty má za následek stejnou ztrátu jako stejné zvýšení směrodatné odchylky. Index  $C_{pm}$  je vždy kladný a přísnější (menší) než  $C_p$ , pokud není průměr procesu přesně roven předepsané hodnotě T, pak by měl stejnou hodnotu jako index  $C_p$ . (34)



$$\widehat{C_{pm}} = \frac{UCL - LCL}{6 * \sqrt{s^2 + (\bar{x} - T)^2}}$$

, kde:

LCL - dolní regulační mez

UCL - horní regulační mez

s - směrodatná odchylka

$\bar{x}$  – výběrový průměr

T- předepsaná hodnota

#### 4. Cpmk

Jak je již z názvu patrné, tento index vznikl kombinací indexů Cpk a Cpm. Používá se tam, kde se střední hodnota procesu liší od předepsané hodnoty.

$$\widehat{C_{pmk}} = \frac{\min(\bar{x} - LCL ; UCL - \bar{x})}{6 * \sqrt{s^2 + (\bar{x} - T)^2}} = \frac{Cpk * Cpm}{Cp}$$

, kde:

LCL - dolní regulační mez

UCL - horní regulační mez

s - směrodatná odchylka

$\bar{x}$  – výběrový průměr

T- předepsaná hodnota

Výpočet intervalu spolehlivosti je značně složitý, používá se pro něj výpočetně náročných numerických nebo simulačních metod, kde se generují náhodné podmnožiny z naměřených dat, ze kterých se následně počítají odhady indexu. (34)

#### 3.3.5 Koncepce TQM (Total Quality Management)

Prosazuje se zejména v podobě tzv. Evropského modelu pro dosahování podnikatelské úspěšnosti (EFQM – systém pro měření výkonnosti se nevztahuje se k hodnocení kvality produkce, ale je zaměřen na kvalitu celé organizace. Vedle hodnocení výkonnosti, které je zaměřeno zejména na hospodářské výsledky, se v hodnocení uplatňuje ještě osm dalších aspektů. Vedení, politika a strategie, řízení lidských zdrojů, zdroje a partnerství, procesy, výsledky u zákazníků, výsledky u zaměstnanců, vliv na společnost.) Jeho principy se v mnohém podobají principům obsaženým v normách ISO, a také „management totální kvality“ klade důraz na zaměření na zákazníka a provádění nejrůznějších systémových měření. Obě



tyto v současnosti nejrozšířenější koncepce vycházející z managementu kvality pak zmiňují jako jeden z požadavků zaměření vedení společnosti na řízení procesů.

### 3.3.6 Procesní řízení

Je dnes běžně používaným prvkem v managementu většiny úspěšných společností a jeho základním předpokladem je měření výkonnosti všech v organizaci aktivních souborů činností. Tyto soubory logicky na sebe navazujících činností „procesy“ je možné řídit především pomocí nalezení vhodných ukazatelů a stanovení jejich cílových (požadovaných) hodnot.

Systémy ukazatelů vycházející z těchto koncepcí se pak obvykle zaměřují na sledování ukazatelů zejména v následujících oblastech (25):

#### 3.3.6.1 Zákazníci organizace

V současné době se pozornost všech organizací soustředí zejména na zákazníka a na naplnění jeho představ na poskytované výrobky a služby. Tato oblast je pro organizaci důležitá především z toho důvodu, že jsou to právě zákazníci, kteří za produkci organizace platí a jsou tak zdrojem v podstatě veškerých jejích příjmů. Zároveň ne všichni zákazníci jsou pro organizaci stejně důležití a také jejich struktura se postupem času mění. Pro organizaci má tedy velký význam právě určení, na které zákazníky se zaměřit, poznání jejich potřeb a očekávání a přenesení těchto poznatků do odpovídajících výrobků a služeb, které bude možné na trhu prodat. Pro tyto účely je proto nutné vytvořit vhodný systém měření vztahu organizace se zákazníky, a pomocí různých ukazatelů tento vztah sledovat a řídit. V této souvislosti se používají tři základní pojmy (25):

##### a. Spokojenost zákazníka:

Spokojenost zákazníka je možné vyjádřit jako souhrn pocitů vyvolaných rozdílem mezi jeho požadavky a vnímanou realitou na trhu. Tyto požadavky vznikají jednak na jeho reálných potřebách, ale také na očekáváních ovlivněných jeho předchozími zkušenostmi s daným výrobkem nebo službou a informacemi z jeho okolí, například reklamou, nebo referencemi ostatních uživatelů.

Pro měření spokojenosti zákazníků je obvykle nutné přesně identifikovat jejich jednotlivé požadavky na produkt a s ním související služby. K vyjádření těchto požadavků se obvykle používají tzv. znaky spokojenosti:

Znaky spokojenosti – Jsou jimi měřitelné i neměřitelné znaky produktu a souvisejících služeb, které jsou odrazem požadavků zákazníka a mají přímý vliv na jeho výsledné hodnocení daného výrobku nebo služby.

Porovnáním úrovně naplnění znaků spokojenosti vnímané zákazníkem ve srovnání s předpoklady možností organizace pro získání indexu spokojenosti zákazníků. Jiný ukazatel, který organizace obvykle využívají k hodnocení spokojenosti zákazníků, zpětná vazba získaná ze sledování počtu reklamací. Tento ukazatel však má některé podstatné nevýhody. Reklamace totiž není projevem spokojenosti, ale silné nespokojenosti zákazníka, a navíc ne všichni zákazníci dávají najevo svoji nespokojenost prostřednictvím reklamace. Pokud se tedy



chce organizace zaměřit na zvyšování spokojenosti svých zákazníků, měla by pro tento účel používat vhodně zvolený ukazatel jako například výše uvedený index spokojenosti. (25)

b. Loajalita zákazníka:

Loajalita je takový způsob chování, který se u zákazníka projevuje zejména opakovaným nákupem a kladnými referencemi o produktu a organizaci v jeho okolí. Rozdíl mezi spokojeností a loajalitou je v tom, že spokojenost zákazníka nemusí nutně znamenat i jeho věrnost. Ta je ovlivněna zejména dostupným množstvím konkurenčních výrobků, celkovým vývojem na daném trhu, ale třeba i prestiží výrobce apod.

Z důvodu výše uvedeného rozdílu mezi spokojeností a loajalitou se organizace nezaměřují pouze na měření spokojenosti svých zákazníků. Jejich loajalita je totiž velmi důležitá zejména z pohledu dosahování dlouhodobé finanční výkonnosti organizace. Ukazatele měřící loajalitu je možné zařadit do tří základních oblastí:

○ měření budoucích záměrů zákazníků:

Zjišťuje se nejčastěji zahrnutím otázek týkajících se budoucího chování zákazníka ohledně koupě a referencí do dotazníku spokojenosti zákazníků.

○ měření tzv. efektivní loajality:

Ukazatel se snaží určitým způsobem nepřímo zachytit celkový efekt získaný v organizaci z věrnosti jejich zákazníků. Organizace jej používají z toho důvodu, že měření loajality pomocí finančních ukazatelů nedokáže přesně vyjádřit přínosy spojené přímo s věrností zákazníka, protože na změnu zisků z uskutečněných prodejů působí i mnoho jiných faktorů, které tak mohou konečný výsledek významným způsobem zkreslit. Na základě toho faktorů se nejčastěji používají následující ukazatele:

- Setrvání zákazníků = počet zákazníků na konci roku – nově přichozí během roku/počet zákazníků na začátku roku
- Objem obchodů na zákazníka = objem obchodů organizace za období/počet zákazníků za období
- Doba vztahu se zákazníkem = součet délek vztahů se zákazníky/celkový počet zákazníků se smlouvou
- Podíl na trhu = objem obchodů organizace ve sledovaném období/množství realizovatelné na trhu za dané období

○ měření získání a ztrát zákazníků:

Věrnost je možné vyjádřit i pomocí ztracených a získaných zákazníků. Pokud se organizace rozhodnou pro sledování této stránky loajality, mají v podstatě na výběr ze dvou základních ukazatelů:

- počet získaných/ztracených zákazníků za období



- podíl získaných/ztracených zákazníků ku všem zákazníkům v daném období (25)

c. CRM (Customer Relationship Management):

Jedná se o označení pro vytvoření a trvalého vztahu organizace se zákazníky. (26)

### 3.3.6.2 Dodavatelé

Pro mnoho zejména výrobních organizací je v dnešní době jedním z klíčových faktorů ovlivňujících jejich výkonnost efektivita spolupráce s dodavateli. Vzhledem k trendu v podobě udržování co nejmenšího množství zásob a souvisejícímu sledování výrobního cyklu se zásobovacím, jsou organizace často odkázány na výkonnost a spolehlivost svých dodavatelů. Navíc podíl hodnoty nakupovaných vstupů organizace (materiál, služby, informace) na hodnotě jejich výstupů (výrobky nebo služby) neustále roste a udává se, že v některých případech dosahuje i více jak 70%. Oblast řízení dodavatelských vztahů je tedy pro mnoho organizací velmi důležitá a její hodnocení tak vyžaduje taková měřítka, na základě nichž je možné komplexně posoudit jednotlivé dodavatele a na výsledky navázat další postup organizace jak z hlediska krátkodobého, tak zejména strategického rozhodování.

Měření výkonnosti v oblasti dodavatelů slouží dvěma základním účelům:

- Pro účely interního použití k hodnocení výkonnosti dodavatelů a jejich rozvoje. Na základě výsledků přijímá organizace rozhodnutí ohledně dalších vztahů s dodavateli a nákupní strategie.
- Pro externí účely jako zpětná vazba od organizace jednotlivým dodavatelům, která dává předpoklady ke zvyšování jejich výkonnosti. Organizace obvykle připojí požadavky na konkrétní nápravná opatření v oblastech, kde je výkonnost dodavatele nedostačující.

Hodnocení výkonnosti dodavatelů je obecně možné rozdělit do čtyř oblastí, v nichž se kromě oblasti zaměřené na cenové podmínky hodnotí výhradně nefinanční charakter dodávek a spolupráce (27):

a. Měření strategicko-nákupní výkonnosti

Zde organizace sledují zejména způsobilost dodavatele z hlediska jeho odpovědnosti za smluvní vztahy a v oblasti nákupních vyjednávání. V této oblasti se sleduje velký počet ukazatelů, které se obvykle vyjadřují hodnotami v podobě slovního ohodnocení sledovaného parametru. Jako příklad je možné uvést následující výběr:

- Počet opakovaných jednání o ceně
- Vystupování na cenovém jednání
- Spolehlivost a platnost nabídky
- Úplnost a včasnost nabídky
- Úroveň cen v tržním srovnání



- Vlastní iniciativa ke snížení cen

#### b. Měření nákupně-logistické výkonnosti

V této oblasti se hodnotí zejména schopnost dodavatele plnit smluvené termíny dodávek a dodávat smluvená množství. Požadavkem organizací na dodavatele bývá přitom obvykle dodávka dodaná na čas, nesplnění termínu tedy znamená i předčasné dodání. K hodnocení těchto stránek se používá nejčastěji index dodavatelské spolehlivosti.

#### c. Měření technologické výkonnosti

Z hlediska technologických parametrů dodávek se hodnotí zejména kvalita samotného dodávaného materiálu. Obecně se posuzuje tzv. kvalita na vstupu a ve výrobě, případně i kvalita materiálů po prodeji výrobku zákazníkovi:

- ✓ Kvalita na vstupu =  $\text{počet akceptovaných dodávek} \cdot 100 / \text{celkový počet přijatých dodávek}$
- ✓ Kvalita ve výrobě =  $\text{počet vadných dílů zachycených ve výrobě} \cdot 100 / \text{celkový počet dílů}$
- ✓ Dodavatelské reklamace od zákazníka = počet zákaznických reklamací na vadu materiálu

Při hodnocení dodavatelů se obvykle využívá strukturovaný formulář obsahující všechny výše uvedené oblasti a kritéria rozdělená do jednotlivých oblastí hodnocení, kdy je ke každé slovně vyjádřené hodnotě konkrétního ukazatele přiřazena i určitá bodová hodnota. Body za jednotlivé ukazatele se pak sečtou a výsledek celého hodnocení je možné vyjádřit jako index představující míru plnění požadavků dodavatelem. Vzhledem k velké náročnosti se ovšem toto komplexní hodnocení neprovádí častěji než dvakrát ročně a pokud má organizace velký okruh dodavatelů, používá se pouze pro strategické dodavatele. Kromě tohoto indexu organizace obvykle sledují některé vybrané ukazatele obsažené v souhrnném formuláři například i na měsíční bázi. Takovým ukazatelem pak může být například počet dodavatelských reklamací za měsíc.

#### **3.3.6.3 Řízení lidských zdrojů**

V dnešní době je pro stále více firem jedním z klíčových faktorů úspěchu kvalita jejich lidského kapitálu. V dřívějších dobách bylo možné hodnotit lidskou práci metodami přesně stanovujícími jednotlivé výkony a operace jako například normování práce. V dnešní době jsou ale nároky na lidskou práci a její kvalitu mnohem vyšší a kvalita lidského kapitálu je navíc chápána v mnohem širším kontextu. S rostoucím podílem služeb v ekonomice se také stále častěji jedná o práci založenou na duševních schopnostech a dovednostech člověka, kterou nelze hodnotit a měřit takovými veličinami jako jsou standardní množství a kvalita. Je proto potřeba používat taková měřítka, která odpovídají dnešním požadavkům na hodnocení a





řízení lidských zdrojů. K hodnocení výkonnosti v této oblasti používají organizace obvykle nefinanční ukazatele související s těmito základními parametry (27):

#### a. Spokojenost zaměstnanců

Organizace se zaměřují na hodnocení spokojenosti svých zaměstnanců zejména z toho důvodu, že tato spokojenost přímo ovlivňuje kvalitu jimi vykonávané práce. Důležitost tohoto hodnocení roste zejména s růstem počtu zaměstnanců. V malých organizacích může být vedení v osobním vztahu se všichni zaměstnanci a tím znát i úroveň spokojenosti s jejich prací, ale s růstem velikosti organizace se tento osobní kontakt vytrácí. Měření spokojenosti se nejčastěji provádí pomocí dotazníků, které jsou rozdány buď reprezentativnímu vzorku, nebo všem zaměstnancům organizace obvykle jednou ročně. Zaměřují se zejména na tyto stránky spokojenosti zaměstnanců (27):

- kvalita pracovního prostředí
- přesvědčení o užitečnosti vykonávané práce
- vztahy na pracovišti
- ztotožnění se s rozhodováním vedoucích
- podmínky výkonu práce
- úroveň informovanosti a komunikace
- možnost angažovat se a vyjádřit svůj názor
- možnost osobního růstu a vzdělání

Odpovědi na jednotlivé otázky se obvykle hodnotí pomocí bodování a jejich součtem se získá souhrnný index spokojenosti zaměstnanců

#### b. Udržení zaměstnanců

Každá organizace má určité pracovní pozice, které jsou klíčové z hlediska jeho každodenní výkonnosti a schopnosti plynulé činnosti. Obvykle se jedná o klíčové výkonné zaměstnance zajišťující například samotnou výrobu nebo poskytování služeb zákazníkům organizace. Kromě toho se může jednat také o zaměstnance, pro jejichž výkon práce je požadována vysoká kvalifikace a jejichž ztráta tedy může organizaci způsobit problémy z hlediska rychlosti jejich nahrazení i následných nákladů spojených se zaučením nových zaměstnanců. Nejčastěji používaným ukazatelem je procento obratu klíčových zaměstnanců. (27)

#### c. Kompetence a angažovanost zaměstnanců

Schopnosti a kvalifikace zaměstnanců spolu s jejich aktivním zapojením do neustálého zlepšování různých oblastí v organizaci mají velký význam pro dosahování požadované výkonnosti i v budoucnosti a pro udržení konkurenceschopnosti organizace. Některé moderní přístupy vztahující se k měření výkonnosti organizace a jejímu řízení přímo vyžadují zavedení





mechanismu zajišťujícího neustále zlepšování, příkladem může být soubor norem ISO 9000, který je v současné době zaveden u naprosté většiny zejména středních a velkých organizací. Velký význam je přitom kladen právě zapojení řadových zaměstnanců do procesu zlepšování, protože tito zaměstnanci jsou v nejbližším kontaktu s činnostmi a prostředím, které je potřeba zlepšovat. V této oblasti se sleduje několik základních ukazatelů. Nejjednodušším měřítkem hodnotícím míru zapojení zaměstnanců do zlepšovacích aktivit v organizaci je ukazatel počet zlepšovacích návrhů na zaměstnance.

V nejlepších organizacích je pak možné dosahovat hodnoty přesahující např. i 10 návrhů na jednoho zaměstnance ročně. To to měřítko je vhodné doplnit ukazatelem podílu realizovaných návrhů, který vypovídá o jejich kvalitě. Nejlepší organizace se mohou pohybovat i kolem hodnoty 90.

Na rozdíl od ostatních organizačních oblastí, stanovení vhodných ukazatelů v oblasti lidských zdrojů a jejich rozvoje a tím i řízení výkonnosti v této oblasti je organizacemi často podceňováno. Přitom právě kvalita lidských zdrojů je jedním z nejvýznamnějších konkurenčních faktorů organizace v dnešní globální konkurenci. (26)

#### **3.3.6.4 Inovační schopnost organizace**

Inovace jsou v dnešních organizacích rovněž jedním z klíčových faktorů ovlivňujících zejména jejich dlouhodobou finanční výkonnost. Vzhledem k rychlému technologickému pokroku se u většiny výrobků a služeb zkracuje jejich životní cyklus a na jejich místo nastupují vyspělejší produkty schopné lépe plnit očekávání zákazníků a uspokojovat jejich potřeby. Konkurenceschopnost organizace tak závisí na tom, zda se dokáže těmto rychlým změnám přizpůsobovat a přicházet na trh s takovými výrobky, které odrážejí aktuální možnosti a požadavky zákazníků. Z tohoto důvodu je také stále více finančních prostředků vynakládáno právě na výzkum a vývoj nových produktů, a roste tak potřeba najít vhodné metody hodnocení těchto činností. Vzhledem k tomu, že efekt vývoje nového výrobku nebo služby a jeho zavedení na trh v podobě rozdílu celkových nákladů na výzkum a příjmů z prodeje se obvykle projeví až po velmi dlouhé době v řádu několika let, je nutné najít i jiné charakteristiky, které by výkonnost organizace v této oblasti umožnily odpovídajícím způsobem sledovat a řídit.

Vzhledem k tomu, že inovace související se změnami uvnitř organizace mohou být zahrnuty do oblasti neustálého zlepšování, které bylo zmíněno již v kapitole o řízení lidských zdrojů, je možné je měřit a hodnotit zejména podle již dříve uvedených ukazatelů jako například počet zlepšovacích návrhů na zaměstnance, procento jejich realizace apod. Je ale možné tyto ukazatele doplnit o některé další, například procento vysokoškolsky vzdělaných zaměstnanců v organizaci nebo procento zaměstnanců, kteří kromě zaměstnání i podnikají.

V oblasti inovací zaměřených na zcela nové nebo změněné výrobky nebo služby je pak možné používané nefinanční ukazatele rozdělit do tří základních skupin podle jednotlivých obecných složek inovačního cyklu, které je jimi možné měřit (29):



#### a. vstupy do inovačního cyklu

Vstupy, které stojí na začátku vývoje každého nového výrobku nebo služby, mohou být jak finanční povahy, například kapitál vyčleněný na výzkum a vývoj, tak nefinanční, jako např. zaměstnanci, jejichž úkolem je zabývat se činnostmi v rámci inovačního cyklu, nebo různé inovační podněty jak uvnitř organizace, tak v jeho okolí. Vstupy tak vlastně představují potenciál pro vznik nového produktu, a s jeho zvyšováním roste i pravděpodobnost vzniku inovace. Ukazatele sledující vstupy do inovačního procesu, tak nepřímě měří inovační schopnost organizace. Nejčastěji se používají následující (29):

- počet zaměstnanců vyčleněných na výzkum a vývoj
- procento zaměstnanců školených pro oblast inovací
- procento času, které vedoucí věnují inovacím místo provozních činností (obecně lze počítat i s procentem času všech zaměstnanců, který je věnován výzkumu a vývoji)
- počet předložených inovačních podnětů
- podíl realizovaných inovačních nápadů ku předloženým
- počet nástrojů a metod pro inovační činnost dostupných zaměstnancům

#### b. samotný vývoj výrobku nebo služby

Průběh činností souvisejících s vývojem nového výrobku nebo služby a jednotlivé fáze vývoje bývají obvykle v určitém odvětví velmi podobné a opakují se při vývoji každého nového produktu. V každé vývojové fázi je proto možné stanovit odpovídající měřítka pro hodnocení jejich průběhu a výsledků. Tato měřítka se tedy mohou pro každou jednotlivou fázi pro jednotlivé organizace lišit, ale lze najít i některé obecné ukazatele, např. (28):

- průměrná doba přeměny nápadu do jeho realizace (uvedení na trh)
- počet návrhů postupujících z jedné fáze vývoje do druhé
- propustnost jednotlivých fází (podíl návrhů postupujících do další fáze ku všem)
- průměrná délka jednotlivých fází

#### c. výstupy (výsledky) inovačního cyklu

Výsledkem inovační činnosti organizace by měl být v ideálním případě nový výrobek zavedený na trh, jehož prodejem se organizaci vrátí veškeré náklady spojené s jeho vývojem a výrobou a který navíc umožní dosáhnout zisku. Jak už bylo uvedeno, to, zda byl vývoj a následný prodej ziskový a v jaké míře, organizace zjistí vždy až po určité době závislé na životnosti daného produktu na trhu. Proto se kromě finančních měřítek používají např. také ukazatele hodnotící některé nefinanční efekty spojené s dokončením inovačního cyklu a zachytitelné s menším časovým odstupem. Na rozdíl od měření inovační schopnosti se v



případě úspěšnosti jejich přeměny na výstupy mluví o měření inovační výkonnosti. Mezi nejčastěji sledované ukazatele v této oblasti patří například:

- počet nově uvedených produktů (zavedených inovací)
- počet získaných patentů (patenty, které organizace sama přihlásila, a uvedla na trh)
- podíl patentovaných výrobků na celkovém objemu prodeje (jedinečné výrobky)
- uvedení nového výrobku na trh v porovnání s konkurencí nebo plánem
- změna tržního podílu
- podíl nově uvedených výrobků na celkovém objemu prodeje
- počet nově získaných trhů

Z uvedeného přehledu je tedy vidět, že existuje mnoho způsobů, jak měřit výkonnost organizace z hlediska jeho inovační aktivity. Za nejdůležitější měřítka v této oblasti jsou obecně považovány doba zavedení inovace na trh a podíl na trhu získaný prodejem nových produktů. Tyto dvě měřítka odrážejí hlavní význam vysoké výkonnosti v oblasti inovací a důležitost jejího řízení, který spočívá v možnosti organizace upevnit nebo alespoň udržet si svou stávající konkurenční výhodu oproti ostatním organizacím, která je v současné době vzhledem ke globální konkurenci a rychle postupujícímu technologickému pokroku nutností pro její dlouhodobé přežití. (28)

### **3.3.6.5 Oblast interních procesů**

Dříve převládající uspořádání organizací, kdy se úkoly zadávaly jednotlivým útvarům a ty pak byly odpovědné za jejich plnění, je dnes nahrazováno procesním řízením, které se dívá na celou organizaci jako na množinu procesů. Oproti řízení výkonnosti útvarů má procesní přístup výhodu v tom, že pozornost se zaměřuje přímo na konkrétní činnosti a jejich vztah k tvorbě konečného produktu v podobě výrobku nebo služby. Každá činnost probíhající v organizaci určitým způsobem přispívá k naplnění základního poslání, kterým je poskytovat produkci zákazníkům. Procesní řízení umožňuje organizacím soustředit pozornost na zvyšování výkonnosti každé činnosti s ohledem na její vazby a vztahy s ostatními činnostmi, které v organizaci probíhají, a na základě těchto vztahů určovat její konkrétní cíle (např. cílem manipulace s materiálem je jeho příprava k dalšímu použití procesem výroby). Tyto procesy je pak možné řídit efektivněji a dosahovat tak i vyšší výkonnosti ve všech oblastech organizace. Zaměření na procesy a řízení jejich výkonnosti je proto v současnosti základem všech moderních metod řízení organizace.

Při měření výkonnosti procesů je jednou z klíčových otázek volba vhodných ukazatelů, které by tuto výkonnost objektivně charakterizovaly. Ukazatele používané pro jednotlivé procesy se totiž mohou velmi lišit v závislosti na konkrétní podobě procesu, a pro každý proces je navíc obvykle možné najít množství různých ukazatelů. Jejich počet by měl obecně odpovídat počtu míst, kde může vzniknout variabilita, tzn. jak na vstupu a výstupu procesu, tak v jeho průběhu. Variabilitou se pak má na mysli situace, kdy se výsledek dílčí činnosti procesu vstupující do jeho další fáze (aktivity), nebo jako vstup do jiného procesu, může v závislosti



na různých vnějších nebo vnitřních vlivech lišit. Například výsledkem výrobní operace probíhající v rámci procesu výroba může být jak standardní, tak vadný výrobek. Obecně je možné ukazatele používané při měření výkonnosti procesů rozdělit do tří základních skupin (25):

a. Univerzální ukazatele výkonnosti

Každý proces je možné popsat určitými obecnými charakteristikami, jako je například doba trvání procesu, množství spotřebovaných zdrojů apod. Proto existují některé univerzální ukazatele výkonnosti, které je možné použít pro většinu procesů. Specifické ukazatele sledované u konkrétního procesu pak mohou často představovat pouze určitou obměnu těchto univerzálních ukazatelů vycházející ze specifického charakteru činností, spotřebovovaných zdrojů nebo návazností mezi jednotlivými aktivitami. Univerzální ukazatele se mohou vztahovat zejména k těmto charakteristikám:

- doba trvání procesu
- kvalita dílčích i konečného výstupu
- schopnost reagovat na změny v procesu
- vliv na prostředí (např. hladina hlučnosti)

Obecné ukazatele používané nejčastěji k zachycení těchto charakteristik jsou pak např. následující:

- průběžná doba trvání procesu (čas od příjmu vstupů do vytvoření výstupu)
- efektivní využití doby procesu (poměr doby zpracování vstupů k celkové době trvání procesu zahrnující i dopravu, prostoje při seřízení strojů apod.)
- podíl neshod v procesu (poměr nežádoucích výstupů k žádoucím)
- počet zaznamenaných odchylek během procesu (nejen u výstupů)
- úroveň využití kapacity procesu (poměr skutečně zpracovaných vstupů k maximálně možnému počtu zpracovatelných vstupů v průběhu určitého času chodu procesu)

b. Ukazatele výkonnosti výrobních procesů

c. Ukazatele výkonnosti nevýrobních procesů

Kromě těchto obecných ukazatelů se v podstatě i všechny ukazatele uvedené v předcházejících kapitolách zaměřených na ostatní oblasti organizaci dají přiřadit k některému z organizačních procesů. Z definice procesu vyplývá, že každý soubor navazujících činností, které v organizaci probíhají se společným cílem vytvořit určitý výsledek, je možné označit za proces. Procesem tak může být jak výzkum a vývoj produktu, tak například řízení lidských zdrojů, řízení vztahů se zákazníky apod. Ukazatele sledované v těchto oblastech jsou pak tedy vždy zároveň ukazateli zachycujícími výkonnost jednoho nebo několika procesů. (25)



## **4 Vyhodnocení úrovně rizika z hlediska působení inovace produktu**

### **4.1 Inovační management**

Inovační management vychází z inovační strategie organizace, která musí respektovat strategii organizace, tzn. dlouhodobé poslání, vize a cíle. Podstatou inovačního řízení je systémový přístup k realizaci změn, které by měly mířit ke zlepšení produktů, procesů nebo pozice celé organizace. Odpovědnost v rámci inovačních aktivit prochází napříč organizačními útvary. Inovační aktivita je úspěšná pouze tehdy pokud je patřičná odezva z trhu, například ve formě vyšších prodejů, ve formě spokojenějších zákazníků, posílení image, vytvoření lepších vztahů se zainteresovanými skupinami naší organizaci, současně ale musí respektovat zdrojové možnosti organizace a finanční požadavky vlastníků, věřitelů a nesmí vlivem inovačních aktivit docházet k ohrožení stability organizace. Není možné vnímat inovace pouze jako vylepšování produktů, které nabízíme. Můžeme měnit organizační procesy, výroby, stejně jako celkové zaměření a směřování organizace. Z tohoto pohledu rozdělujeme inovace na strategické, produktové a procesní, které vytvářejí celkový inovační rámec organizace. Každá z těchto inovací přispívá k celkovému úspěchu organizace. (35)

#### **4.1.1 Procesní inovace**

Jedná se o inovace provozního charakteru (někdy se proto nazývají provozní inovace). Procesní inovace obvykle nepřinášejí okamžitou konkurenční výhodu, ale jsou základem pro získání dlouhodobé pozice organizace. V zásadě jde o optimalizaci všech definovaných organizačních procesů strategického i operativního významu s cílem zvýšit efektivitu, a to systematickým vylepšováním aktivit směřujících k eliminaci nákladů nebo zvýšením výkonů. Existuje celá řada používaných metod, které malé a střední organizace nemusejí nutně využívat v plném rozsahu, nicméně v rámci procesních změn je vhodné některé alespoň částečně použít. Za základem procesního inovačního mixu je možné použít metodu Lean, Six Sigma a TOC.

Metoda TOC (Theory of Constraints) je založena na vyhledávání tzv. úzkého místa procesu a jeho následné eliminaci s cílem zabezpečení zvýšení propustnosti úzkého místa a okamžitým hledání dalšího slabého článku.

Konečně metoda LEAN je založena na eliminaci plýtvání v jednotlivých procesech i napříč procesy. Jde o to rozpoznat všechny činnosti, nepřinášející hodnotu, a to od fáze zahájení komunikace se zákazníkem a přijmutím jeho objednávky, až po fázi dodání produktu na místo určení. Cílem je zabezpečit optimální toky materiálů, ale i informací. (36)

#### **4.1.2 Produktová inovace**

Pochopit princip řízení produktových inovací (někdy se rovněž používá termín výrobková inovace, ale s ohledem na to, že výrobková inovace bývá stále častěji spojena s konkrétním zlepšením doplňkové služby, je vhodnější používat termín produkt, kterým rozumíme jak výrobek, tak službu) znamená pochopit celý proces zavádění nových produktů na trh, a to od



fáze výzkumu, až po fázi komercializace. Průběh zavádění inovací má následující fáze: výzkum, vývoj, testování, výroba, komercializace

#### 4.1.3 Strategická inovace

Jedná se o inovace naprosto zásadního charakteru, jejichž smyslem je změnit směřování celých útvarů, organizací nebo ekonomicky spjatých skupin. Obvyklým cílem bývá vytvořit nový organizační model, od kterého se očekává zvýšení tržní hodnoty novátora. Strategické inovace bývají spojené se změnou organizační architektury organizace, s obměnou produktů na bázi vyšších řádů a zásadní změnou marketingového mixu, případně celkovým vnímáním image organizace. Z tohoto pohledu se jedná o strategické změny spojené se:

- zcela novým trhem nebo tržním segmentem,
- novými produkty nebo výrobními řadami,
- novým organizačním systémem (od výroby po distribuci),
- zvýšením podílů na výdajích zákazníků (komplexní služby jedním dodavatelem). (36)

#### 4.2 Analýza inovačních aktiv

Analýza rizik a jejich řízení patří do plánovací části inovačního projektu, přesto, že k nim dochází většinou v části realizační. Monitorování rizik přispívá ke zvýšené bezpečnosti, spolehlivosti a minimalizaci ztrát. Rizika mají tři faktory:

- událost, která se může vyskytnout,
- pravděpodobnost výskytu nečekané události,
- významnost vlivu.

Management rizika, kterým může být jednotlivý zaměstnanec, skupina zaměstnanců projektového týmu, pověřený člen projektového týmu nebo projektový vedoucí, musí dodržovat postup řízení rizik. Musí identifikovat rizika, ujmout se objektivní analýzy rizik specifických pro danou organizaci a reagovat na tyto rizika vhodným a účinným způsobem. Tyto etapy obsahují schopnost posoudit obecné prostředí (jak interní, tak externí) a posoudit dopad změn obecného okolí na projekt a jeho kontrolu či na portfolio projektů. V počáteční fázi projektu je proto důležité provádět analýzu mikro a makroprostředí, která identifikuje příležitosti a hrozby. Na základě analýzy pak management kvalitativní a kvantitativní analýzou rizika hodnotí, plánuje reakci na tyto rizika a nadále je monitoruje během celého projektu. Procesy určující postup při řízení rizika:

- a) identifikace rizika,
- b) hodnocení rizika (kvalitativní, kvantitativní),
- c) plánování reakce na riziko,
- d) monitorování rizik během projektu. (38)





#### 4.2.1 Kvalitativní hodnocení rizik

Při kvalitativním hodnocení významu rizika inovačních projektů se v teorii nejčastěji používají metody, které mají za úkol identifikovat pravděpodobnost odchýlení od předpokládané hodnoty kritéria nebo určit ty proměnné, které mají na odchýlení největší vliv. Během této analýzy se odhaduje pravděpodobnost výskytu rizikového faktoru a vlivu na projekt způsobem, kdy se těmto veličinám přiřazuje odhadovaný stupeň s pomocí pětihodnotové škály.

Stupnice pro kvalitativní hodnocení pravděpodobnosti rizika:

- Velmi nízká = 0,05
- Nízká = 0,2
- Střední = 0,4
- Vysoká = 0,6
- Velmi vysoká = 0,8

Pravděpodobnost výskytu rizika leží mezi hodnotami nula a jedna. Určování výskytu provádí většinou specialisté, neboť jde o odhad, kde jsou důležité zkušenosti. Analýza vlivu rizikového faktoru udává velikost dopadu na projekt. Velikost dopadu se také hodnotí pomocí pětibodové škály. Po sloučení těchto dvou hodnocení vznikne seznam identifikovatelných rizik, který se doplňuje o sloupec symptomů neboli spouštěčů, které jsou předzvěstí, že událost pravděpodobně nastane. Na závěr, za pomoci dvojrozměrné matice, je možné zhodnotit kvalitativní význam rizika. Význam je dán polohou v oblasti tabulky, které určují významnost rizika. Matice je barevně rozčleněna na riziko:

- malé,
- střední,
- velké.

Výstupem kvalitativního hodnocení rizika je tabulka doplněná o celkový význam rizika na projekt. (38)

#### 4.2.2 Kvantitativní hodnocení rizika

- ✓ citlivostní analýza – vytvoření citlivostní analýzy za pomoci matematiky
- ✓ rozhodovací strom – diagram, který ukazuje dílčí rozhodnutí a očekávané výsledky
- ✓ simulace

Na základě hodnocení je nutné zaměřit se na velká rizika a vypracovat plán na jejich zmírnění nebo odstranění. Zanedbatelná nejsou ani rizika střední, u kterých je nutné posoudit, zda jejich vliv na projekt je dostatečný



### 4.2.3 Reakce na rizika

#### Plánování reakce na riziko

- nedělat nic (malá rizika)
- sledovat riziko (střední rizika s malou pravděpodobností)
- vyhnout se riziku (eliminuje příčinu rizika, pečlivě naplánovat komunikaci mezi členy týmu projektu)
- přesunout riziko (přenést riziko na 3. stranu, riziko nezmizí, ale nezasáhne nás, např. pojištění)
- zmírnit riziko (neděláme žádné plány, jsme ochotni riziko přijmout)
- vypracovat plán eventualit
- identifikovat akce, které by musely být uskutečněny, kdyby riziková událost skutečně nastala
- doplnit eventuální akce do projektového plánu

### 4.3 Analýza pro identifikaci rizik inovačního projektu

Výchozím bodem pro zhodnocení příležitosti, rizik, hrozeb a silných a slabých stránek organizace je analýza prostředí. Dělí se na externí a interní. Externí se vztahuje k příležitosti a hrozbám a interní ke slabým a silným stránkám společnosti. Makroprostředí existuje nezávisle na vůli organizace, ale musí se sledovat, aby bylo možno reagovat na měnící se příležitosti, rizika a hrozby. Makroprostředí je dáno vnějšími vlastnostmi, které ovlivňují mikroprostředí faktory demografickými, ekonomickými, přírodními, technologickými, politickými a kulturními. Mikroprostředí je dáno faktory, které bezprostředně ovlivňují možnosti organizace uspokojovat přání zákazníků – jde o vnitrofiremní prostředí, dodavatele, organizace poskytující služby, charakter cílového trhu, konkurenci a vztahy k veřejnosti.

#### 4.3.1 Analýza makroprostředí organizace

Veškeré vnější vlivy působící na organizaci můžeme nazvat makroprostředím. Mezi faktory ovlivňující vnější prostředí organizace patří především:

- Demografické - analýza demografických vlivů se týká hustoty osídlení, podílu mužů a žen, zaměstnanosti v daném regionu atd.
- Ekonomické - nutno analyzovat příjmy domácností, výdaje domácností. Zajištění efektivnosti u nově zaváděných výrobků je z důvodu nejisté ekonomické situace velmi obtížné a vzhledem k rozsahu neznámých značně nepřesné. Je však nezbytné se jí zabývat.
- Přírodní a ekologické - analyzuje surovinové zdroje a zvýšená pozornost by měla věnována environmentálním vlivům. Stále více společností zjišťuje, že zdravá ekonomika a zdravá příroda spolu souvisí.





- Technologické - jsou nejdůležitějšími faktory, které ovlivňují mikroprostředí. Faktory, které vytvářejí nové technologie, umožňují vznik nových výrobků a nových tržních příležitostí. Nutnost znát parametry výrobků konkurence, její strategii a možnosti, mít informace o trhu, znát požadavky odběratelů, znát možnosti dodavatelů potřebných součástí a komponentů s výhledem jejich inovací a dle toho stanovit cílové technické parametry nového nebo inovovaného výrobku. Přesto je nutno u náročných výrobků, jako jsou dopravní prostředky, předpokládat řadu překvapení technického charakteru, a to jak ve stádiu výzkumu a vývoje, tak i při ověřování prototypu a i v provozu u zákazníka. Ještě větší komplikace nastávají, pokud se technické problémy vyskytnou při exportních dodávkách i v zemi uživatele.
- Politické - Nová legislativní omezení a zákony mohou organizační aktivity velmi negativně ovlivnit. Politická a ekonomická situace ve světě v čase dodání výrobku na trh může značně ovlivnit úspěšnost realizovaného projektu na trhu. Vzhledem k tomu, že od počátku po realizaci většinou uběhne několik let, jsou politické poměry a změny v daném teritoriu, hlavně při exportu, velmi důležité a úspěšnost na trhu značně ovlivňují. Finanční krize může být nejen v dané zemi, ale může se jednat i o krizi celosvětovou. Tyto skutečnosti prodej výrobků investičního charakteru vysoké pořizovací hodnoty značně ovlivní, někdy i zastaví.
- Kulturní - Kulturní faktory ovlivňují základní společenské hodnoty, jejich vnímání, preference a chování společnosti. (39)
- 

#### 4.3.2 Analýza mikroprostředí organizace

Mikroprostředí je oblastí, ve které je nutno analyzovat jak vnitřní prostředí organizace (výzkum, vývoj, nákup, management, finance, výrobu, účetnictví), tak zároveň faktory, které s organizací úzce souvisí (zákazníci, dodavatelé, konkurenti).

Vnitřní analýza organizace:

- ✓ Finanční analýza – zobrazuje majetkovou a finanční strukturu za pomoci aktiv a pasiv a určuje stabilitu na trhu.
- ✓ Lidské zdroje – charakter pracovních zdrojů závisí na hlavní činnosti organizace, analyzuje se struktura, rentabilita a flexibilita.
- ✓ Management a marketing – management stanovuje efektivní cíle, marketing napomáhá zjistit organizaci, kdo jsou jeho zákazníci, jaké mají potřeby a co vyžadují.
- ✓ Analýza výzkumu, vývoje a výroby – výroba tvoří největší část nákladů, proto je nutné této vnitřní analýze organizaci přikládat velkou váhu. Snížení nákladů napomáhá k posílení organizaci na trhu a zároveň ke zvýšení zisku.

Vedle vnitřní analýzy organizace patří do mikroanalýzy i faktory úzce související s organizací. Analýza okolí:

- ❖ Dodavatelsko-odběratelské vztahy – nutno analyzovat změny v chování zákazníků, změny v jejich počtu a požadavcích na kvalitu. Nutné dodržování termínu, dodacích



podmínek, reklamací. U dodavatelů hraje velkou roli vzdálenost, využívání moderních skladovacích metod.

- ❖ Substituční analýza – při analýze substitutů se zjišťuje, zda je substitut kvalitnější, zda má větší hodnotu, zda je pro zákazníky snadné jeho používání a je nutné předcházet rizikům poskytnutím bonusu nebo přidáním další služby.
- ❖ Konkurence v oboru a potencionální noví zákazníci – při analýze hrozeb nových konkurentů je nutno sledovat jak jejich překážky, jakými jsou například legislativa, různá povolení, licence, tak složitou distribuci výrobků. (39)



## **Závěr:**

Cílem diplomové práce bylo provést analýzu problematiky inovačních trendů v oblasti managementu rizika a QMS, analýzy rizikových faktorů, systémových a procesních ukazatelů kvality s ohledem předpokládaná kritéria udržitelného rozvoje a společenské odpovědnosti. Vedle ryze mechanických principů je rámcově v práci poukázáno na nutnost respektování Mooreva zákona, který říká, že klíčové parametry ICT Informační a komunikační technologie se každých 18 měsíců mění, tedy jsou podrobeny inovaci. Dalším předpokladem úspěšného přístupu v současné době přebytně informované Occamova (Ockhamova) břitva což je princip logické úspornosti tedy Pokud nějaká část teorie není pro dosažení výsledků nezbytná, do teorie nepatří.

Z uvedených důvodů je koncepce diplomové práce následující.

V úvodu diplomové práce byla zpracována rozsáhlá rešeršní studie zaměřená na inovační trendy v oblasti rizika a QMS. V této části bylo mimo jiné provedeno i seznámení se základními pojmy jako riziko, management, systém managementu kvality a udržitelné trendy v inovacích.

Dále byly popsány metody využívané k analýze a posuzování rizik. Analyzovat rizika výrobního procesu je pro společnost jedno z nejdůležitějších uvědomění. To s sebou přináší možné úspory nákladů a menší možnost vzniku nepředvídaných událostí, dodatečných nákladů a reklamací. Proto je velmi důležité po nalezení tato rizika řídit a umět se na ně připravit.

Řízení rizik by mělo být i nedílnou součástí řízení projektů. Každý projekt ohrožuje nemalé množství rizik a je zde na místě jejich včasná identifikace a následné efektivní řízení včetně implementace opatření k jejich minimalizaci, než se z rizika stane těžce řešitelný problém s vážným dopadem na cíle či rozpočet projektu.

Předposlední kapitola byla věnována ukazatelům kvality. Jak bylo prokázáno i výzkumem této diplomové práce, převládají spíše tradiční přístupy v hodnocení výkonnosti (založené na posouzení finančních údajů), které jsou však u některých podnikatelských subjektů nedostačující. Těmto přístupům však nelze upřít jejich jednoduchost a přehlednost. Důležité při řízení podnikatelských subjektů jsou hodnotové cíle, které bývají určovány především vlastníky organizace, ale strategický úspěch daného subjektu stále častěji ovlivňují jeho zákazníci a zaměstnanci. Je tedy určitou "nutností", zahrnout také některý z nefinančních ukazatelů do oblasti hodnocení výkonnosti organizace, což ale v žádném případě neznamená, že klasické přístupy hodnocení výkonnosti ztrácejí na svém významu.

Poslední část diplomové práce se zabývá analýzou rizik inovačního procesu. Rizika vývojových projektů, resp. rizika projektů výrobních inovací nebo projektů, které inovují výrobní základnu strojírenské organizace, patří mezi významná rizika, která je potřeba ve strojírenských organizacích řídit.

Pokud chce organizace zavést inovace do praxe, znamená, že bude muset inovační projekty řídit. V kontextu s tímto důležitým faktem je důležité zmínit, že úspěch inovačního projektu



vychází z pečlivé a precizně provedené před-projektové studie proveditelnosti. Cílem této před-projektové části je potvrdit ekonomickou výhodnost o přijatelnosti či nepřijatelnosti zamýšlené inovační aktivity. Velice důležitou aktivitou je stanovení míry rizikovosti a zabránit tak přijetí nekvalifikovaných rozhodnutí. Případný neúspěch zamýšlené inovace může mít, zvláště u malé organizaci, za následek dokonce existenční problémy.



## Seznam použitých zdrojů

1. ČSN EN ISO 9000:2016 (01 0300) *Systémy managementu kvality – Základní principy a slovník*. 4. Praha: Úřadem pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2016.
2. *Management mania* [online]. [cit. 2016-03-28]. Dostupné z: <https://managementmania.com/cs>
3. SMEJKAL, Vladimír a Karel RAIS. *Řízení rizik ve firmách a jiných organizacích*. 4., aktualiz. a rozš. vyd. Praha: Grada, 2013. Expert (Grada). ISBN 978-80-247-4644-9.
4. Seznam – Přehled metodik pro analýzu rizik, Ministerstvo vnitra, Generální ředitelství HZS ČR, Č.j. PO-58-7/PLA-2004, leden 2004
5. Identifikace a hodnocení rizik, Bezpečný podnik, Výzkumný ústav bezpečnosti práce, 2005
6. FMEA A RISK MANAGEMENT: Praktické použití FMEA. *Ikvalita.cz* [online]. [cit. 2016-03-28]. Dostupné z: <http://www.ikvalita.cz/tools.php?ID=101>
7. Fuchs P., Vališ D.: *Metody analýzy a řízení rizika*, Technická universita v Liberci, Fakulta mechatroniky a mezioborových inženýrských studií, Liberec 2004.
8. Pokyn ÚSKVBL/INS/VYR/-04/2008, Pokyny pro správnou výrobní praxi, Doplněk 20 – Řízení rizik pro jakost
9. *Univerzita obrany* [online]. [cit. 2016-04-28]. Dostupné z: [www.vabo.cz/stranky/Schwarz/KrizMan2/prednesy/Prochazkova.pps](http://www.vabo.cz/stranky/Schwarz/KrizMan2/prednesy/Prochazkova.pps)
10. Babinec F.: *Management rizika*, Slezská universita v Opavě, Ústav matematiky, 2005.
11. AUTOMA 6/2008, *Použití metody HAZOP v průmyslu*, Ing. Marek Tabas, Fakulta strojního inženýrství VUT v Brně
12. Paleček M. a kol.: *Postupy a metody analýz a hodnocení rizik pro účel zákona o prevenci závažných havárií*. Praha 2000.
13. PLURA, Jiří. Metoda FMEA a její použití. [přednáška]. Ostrava: VŠB, 10. prosince 2010
14. Analýza možných způsobů a důsledků poruch (FMEA), Česká společnost pro jakost, Praha 2008.



15. *Pavel Lasák: FMEA* [online]. [cit. 2016-03-28]. Dostupné z:  
<http://pavel.lasakovi.com/dovednosti/kvalita-jakost/fmea/>
16. *Vlastní cesta: FMEA* [online]. [cit. 2016-03-28]. Dostupné z:  
<http://www.vlastnicesta.cz/metody/fmea/>
17. <http://www.vscht.cz/uchi/ped/bi/09.pdf>. [online]. [cit. 2016-03-28]. Dostupné z:  
<http://www.vscht.cz/uchi/ped/bi/09.pdf>.
18. Concordia University, Fault Tree Analysis, [online]. [cit. 2016-03-28]. Dostupné z:  
<http://web2.concordia.ca/Quality/tools/15fta.pdf>
19. Risk rss: spolehlivost [online]. [cit. 2016-03-28]. Dostupné z:  
<http://risk.rss.tul.cz/vyuka/vyucovane-predmety/rjs-rizenijakosti-a-spolehlivosti-1/materialy-ke-stazeni/>
20. *Event tree analysis* [online]. [cit. 2016-03-28]. Dostupné z:  
<http://www.eventtreeanalysis.com/>
21. *Abdouleye wordpress: CCA* [online]. [cit. 2016-03-28]. Dostupné z:  
<https://abdoulaye.wordpress.com/2006/11/23/cause-consequence-analysis/>
22. *HSE: HRA* [online]. [cit. 2016-03-28]. Dostupné z:  
<http://www.hse.gov.uk/research/rrpdf/rr679.pdf>
23. *PROBABILISTIC SAFETY ASSESSMENT: AN ANALYTICAL TOOL FOR ASSESSING NUCLEAR SAFETY* [online]. [cit. 2016-03-28]. Dostupné z:  
<http://www.nuce.boun.edu.tr/psaover.html>
24. WAGNER J. Měření výkonnosti: Jak měřit, vyhodnocovat a využívat informace o podnikové výkonnosti. Praha: GRADA Publishing, 2009. 256 s. ISBN 978-80-247-2924-4.
25. NENADÁL, J. Měření v systémech managementu jakosti. 2. vyd. Praha: Management Press, 2004. 336 s. ISBN 80-7261-110-0
26. PLÁŠKOVÁ, A., 2004. Jak dosahovat podnikatelské úspěšnosti: výstup z projektu podpory jakosti. Praha: Národní informační středisko pro podporu jakosti. ISBN 80-02-01684-X



27. Šlapota, B., Grabarczyk, K. Leták, J. Nákup? 1. vyd. Havířov: Question Marks, 2005. 247 s.
28. Kaplan, Robert S. - Norton, David P. Balanced scorecard: strategický systém měření výkonnosti podniku. Translated by Marek Šusta. 5. vyd. Praha : Management Press, 2007. 267 s. ISBN 978-80-7261-177.
29. Klička, Jaroslav. Inovační schopnost podniku a způsoby jejího měření. Diplomová práce. Brno, 2007. Dostupné z: [https://is.muni.cz/auth/th/63177/esf\\_m/](https://is.muni.cz/auth/th/63177/esf_m/)
30. PARMENTER, D. Klíčové ukazatele výkonnosti. 1. vyd. Praha: Česká společnost pro jakost, 2008. 242 s. ISBN 978-80-02-02083-7.
31. PANDE, P. S., NEUMAN, R. P., CAVANAGH, R. R. Zavádíme metodu SIX SIGMA aneb jakým způsobem dosahují renomované světové společnosti špičkové výkonnosti. 1. Vyd. Brno: TwinsCom, 2002. 410 s. ISBN 80-238-9289- 4.
32. TÖPFER, A. a kol. Six Sigma, Koncepce a příklady pro řízení bez chyb. 1. vyd. Brno: Computer Press, 2008. 508 s. ISBN 978-80-251-1766-8.
33. TOŠENOVSKÝ, Josef. Statistické metody pro zlepšování jakosti. Ostrava: Montanex, 2000, 362 s. ISBN 80-7225-040.
34. KUPKA, Karel. Statistické řízení jakosti. Pardubice: TriloByte, 1997, 362 s. ISBN 80-238-1818-X.
35. HAVLÍČEK, Karel. Management & controlling malé a střední firmy. Praha: Vysoká škola finanční a správní, o.p.s., 2011. 220 s. ISBN 978-80-7408-056-2.
36. Košturiak, J. – Chál', J. (2008): Inovace: Vaše konkurenční výhoda. Brno: Computer press, 2008.
37. MERNA, T., AL-THANI, F. F. Risk management. Brno: Computer Press a.s., 2007, 194 s. ISBN 978-80-251-1547-3
38. SKALICKÝ, J., JERMÁŘ, M., SVOBODA, J. Projektový management a potřebné kompetence. Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni, 2010, 406 s. ISBN 978-80-7043-975-3





39. KOTLER, P., ARMSTRONG, G. Marketing. Praha: Grada Publishing a.s., 2004, 856 s. ISBN 80-247-0513-3
40. VEBER, Jaromír, Marie HŮLOVÁ a Alena PLÁŠKOVÁ. *Management kvality, environmentu a bezpečnosti práce: legislativa, systémy, metody, praxe*. Praha: Management Press, 2006. ISBN 80-726-1146-1.
41. PEŠEK, Jaromír, Marie HŮLOVÁ a Alena PLÁŠKOVÁ. *Tvorba systému jakosti ve zdravotnictví a lékárenství s využitím norem ISO: legislativa, systémy, metody, praxe*. Praha: Grada, 2003. ISBN 80-247-0551-6.



## Seznam obrázků, tabulek

|                                                                                      |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Obrázek 1- Typy měřítek výkonnosti (30) .....                                        | 54 |
| Tabulka 1- inovační faktory .....                                                    | 26 |
| Tabulka 2- řád inovace .....                                                         | 27 |
| Tabulka 3- přehled metod analýzy rizik a jejich použití v jednotlivých metodách..... | 51 |